

0/070432
PCT/JP00/06387

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

Eku

19.09.00

JP00/6387

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 9月20日

REC'D 06 NOV 2000

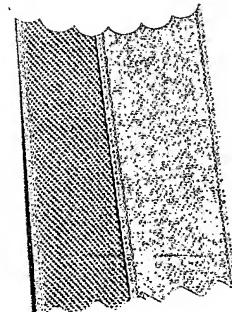
出願番号
Application Number:

平成11年特許願第266168号

WIPO PCT

出願人
Applicant(s):

科学技術振興事業団
日本ファーネス工業株式会社
電源開発株式会社
石川島播磨重工業株式会社



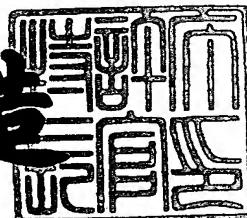
**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月20日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2000-3085384

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9922

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県相模原市南台4-1-7

【氏名】 吉川 邦夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号 日本ファーネス工業株式会社内

【氏名】 保田 力

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区銀座6丁目15番1号 電源開発株式会社内

【氏名】 坂井 勝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都江東区豊洲3丁目2番16号 石川島播磨重工業株式会社 豊洲総合事務所内

【氏名】 石井 徹

【特許出願人】

【識別番号】 396020800

【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

【特許出願人】

【識別番号】 000229748

【氏名又は名称】 日本ファーネス工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000217686

【氏名又は名称】 電源開発株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000000099

【氏名又は名称】 石川島播磨重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100094835

【弁理士】

【氏名又は名称】 島添 芳彦

【電話番号】 03-5295-6648

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044750

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有形燃料のガス化装置及びガス化方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 有形燃料の熱分解により熱分解ガスを生成可能なガス化炉又は熱分解炉を備えた有形燃料のガス化装置において、

~~水又は低温水蒸気と低温空気とを700℃以上の高温水蒸気及び高温空気に加熱する水蒸気及び空気の加熱装置と、前記高温水蒸気及び高温空気を有形燃料の熱分解域及び／又は熱分解ガスの改質域に導入する高温水蒸気及び高温空気の供給装置とを備えることを特徴とする有形燃料のガス化装置。~~

【請求項2】 前記供給装置は、前記高温水蒸気及び高温空気を前記熱分解域及び／又は改質域に導入し、該熱分解ガス中の炭素化合物と前記高温水蒸気及び高温空気との吸熱反応及び発熱反応により前記熱分解ガスを高温燃料ガスに改質することを特徴とする請求項1に記載のガス化装置。

【請求項3】 前記供給装置は、前記高温水蒸気及び高温空気を前記有形燃料の熱分解域に導入し、前記有形燃料は、前記高温水蒸気及び高温空気が保有する顯熱と、前記高温空気及び有形燃料の酸化発熱反応により発生する熱とによって熱分解し、熱分解ガスを生成することを特徴とする請求項1に記載のガス化装置。

【請求項4】 前記加熱装置は、低温水蒸気を700℃以上の高温に加熱する水蒸気加熱装置と、低温空気を700℃以上の高温に加熱する空気加熱装置とを有し、前記供給装置は、前記高温水蒸気及び高温空気を前記熱分解域及び／又は改質域に夫々導入する高温水蒸気供給路及び高温空気供給路を備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のガス化装置。

【請求項5】 前記加熱装置は、低温水蒸気及び低温空気を混合する混合手段と、前記水蒸気及び空気の混合気を700℃以上の高温に加熱する水蒸気・空気加熱装置とを有し、前記供給装置は、高温の水蒸気及び空気の混合気を前記熱分解域及び／又は改質域に導入する高温混合気供給路を備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のガス化装置。

【請求項6】 前記加熱装置は、低温水蒸気を700℃以上の高温に加熱す

る水蒸気加熱装置と、低温空気を700℃以上の高温に加熱する空気加熱装置と、前記高温水蒸気及び高温空気を混合する混合手段とを有し、前記供給装置は、前記高温水蒸気及び高温空気の混合気を前記熱分解域及び／又は改質域に導入する高温混合気供給路を備えることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のガス化装置。

【請求項7】 前記熱分解ガスを導入可能な改質域を備えた改質装置を有し、前記供給装置は、前記高温空気及び高温水蒸気を前記熱分解域及び改質域に導入する高温空気及び高温水蒸気の供給路を備え、熱分解ガス中の炭素化合物と水蒸気及び空気との吸熱反応及び発熱反応によって前記熱分解ガスを高温燃料ガスに改質することを特徴とする請求項3に記載のガス化装置。

【請求項8】 前記高温燃料ガスを低温燃料ガスに冷却する冷却装置を更に有し、該冷却装置は、前記高温燃料ガスが保有する顯熱によって前記低温水蒸気を生成する熱交換器を備えることを特徴とする請求項2又は7に記載のガス化装置。

【請求項9】 前記燃料ガスを精製するガス精製装置を更に有し、該精製装置は、精製後の燃料ガスの少なくとも一部を前記加熱装置に供給する燃料ガス給送路を備え、前記加熱装置は、精製燃料ガスの燃焼熱によって前記水又は低温水蒸気と前記低温空気とを高温に加熱することを特徴とする請求項2、7又は8に記載のガス化装置。

【請求項10】 前記混合手段は、前記水蒸気及び空気の混合比を任意の混合比に可変設定可能な混合制御装置を備えることを特徴とする請求項5又は6に記載のガス化装置。

【請求項11】 有形燃料の熱分解により熱分解ガスを生成する有形燃料のガス化方法において、

水又は低温水蒸気と低温空気とを700℃以上の高温水蒸気及び高温空気に加熱し、前記高温水蒸気及び高温空気を有形燃料の熱分解域及び／又は熱分解ガスの改質域に導入することを特徴とする有形燃料のガス化方法。

【請求項12】 前記高温水蒸気及び高温空気を前記熱分解ガスに混合し、前記高温空気と前記熱分解ガス中の炭素化合物との発熱反応により発生した熱に

より、前記高温水蒸気及び前記炭素化合物の吸熱改質反応に要する熱を補うことの特徴とする請求項11に記載のガス化方法。

【請求項13】 前記高温水蒸気及び高温空気を前記熱分解域に導入し、前記高温水蒸気及び高温空気が保有する顕熱と、前記高温空気及び有形燃料の酸化発熱反応により発生する熱とによって前記有形燃料を熱分解し、熱分解ガスを生成することの特徴とする請求項11に記載のガス化方法。

【請求項14】 前記高温水蒸気及び高温空気の混合比が、任意の混合比に可変制御されることの特徴とする請求項11に記載のガス化方法。

【請求項15】 前記低温空気として、比較的低温の空気、純酸素、或いは、空気及び酸素の混合気が使用されることの特徴とする請求項11乃至14のいずれか1項に記載のガス化方法。

【請求項16】 前記改質域において改質反応を受けた熱分解ガスは、洗浄・浄化処理を受けた後、ガス化装置外の燃焼設備又は熱機関と前記加熱装置とに精製燃料ガスとして供給され、前記加熱装置は、前記精製燃料ガスの燃焼熱によって前記水又は低温水蒸気と前記低温空気とを加熱することの特徴とする請求項11乃至15のいずれか1項に記載のガス化方法。

【請求項17】 前記精製燃料ガスは、前記燃焼設備又は熱機関の燃焼装置に主燃料として供給されることの特徴とする請求項16に記載のガス化方法。

【請求項18】 前記精製燃料ガスは、前記燃焼設備又は熱機関の燃焼装置に補助燃料として供給され、該燃焼装置の主燃料及び／又は燃焼用空気に添加されることの特徴とする請求項16に記載のガス化方法。

【請求項19】 前記改質反応を受けた熱分解ガスは、洗浄・浄化処理を受ける前に冷却装置に導入され、該冷却装置は、前記熱分解ガスが保有する顕熱によって水を低温水蒸気に気化し、或いは、低温水蒸気及び／又は空気を加熱するとともに、前記熱分解ガスを冷却することの特徴とする請求項16乃至18のいずれか1項に記載のガス化方法。

【請求項20】 前記有形燃料として、廃棄物、石炭、バイオマス燃料又は重質油が使用されることの特徴とする請求項11乃至19に記載のガス化方法。

【請求項21】 請求項1乃至10のいずれか1項に記載のガス化装置を備

えた廃棄物ガス化システム。

【請求項22】 請求項1乃至10のいずれか1項に記載のガス化装置を備えた石炭ガス化システム。

【請求項23】 請求項1乃至10のいずれか1項に記載のガス化装置と、該ガス化装置が生成した燃料ガスを燃料として作動する発電装置とを備えたガス化発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有形燃料のガス化装置及びガス化方法に関するものであり、より詳細には、廃棄物、石炭、バイオマス燃料又は重質油等の有形燃料を熱分解反応によりガス化し、比較的良質の燃料ガスを生成する有形燃料のガス化装置及びガス化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

廃プラスチック、汚泥、シュレッダダスト又は都市ゴミ等の廃棄物、或いは、石炭等の固体燃料を熱分解炉に導入し、無酸素又は低酸素状態の高温還元性雰囲気において固体燃料を熱分解して熱分解ガスを生成する固体燃料のガス化システムが知られている。熱分解炉として、廃棄物ガス化溶融炉、石炭ガス化炉、ロータリーキルン式熱分解炉（外部加熱式熱分解炉）又は一括投入型熱分解炉（自然式熱分解炉）などの様々な形式の燃焼炉又は焼成炉が、一般に使用される。

【0003】

本発明者等は、800℃を超える高温の空気を連続的に供給可能な高温空気発生装置と、多数の球形セラミックスを内蔵した廃棄物ガス化溶融炉とを含む廃棄物ガス化溶融システムを近年において開発している。高温空気発生装置の高温空気は、廃棄物ガス化炉に導入され、球形セラミックス（ペブル）上の廃棄物は、溶融スラグ化する。廃棄物の熱分解により生成した熱分解ガスは、炉外に導出され、洗浄装置及び浄化装置に導入される。洗浄・浄化装置は、熱分解ガスの塩素分、硫黄分、重金属又は微量残留物等の環境汚染物質を除去するとともに、熱分

解ガスを急冷し、ダイオキシンの再合成等を防止する。洗浄・浄化され且つ冷却した熱分解ガスは、比較的良質の燃料ガスとしてボイラ又は工業炉等の加熱炉、ガスエンジン、ガスタービン又はディーゼルエンジン等の内燃機関、或いは、各種の熱サイクル機関等の如く、任意の燃焼設備又は熱機関に供給される。

【0004】

また、近年の熱分解ガス化システムとして、例えば、熱分解ガスを生成する熱分解炉と、クラッキング装置等の高温分解処理装置と、熱分解ガスを洗浄・冷却するガス洗浄装置とを備えた構成のものが知られている。熱分解炉は、廃棄物又は石炭等の有形燃料を低酸素又は無酸素状態の炉内焼成雰囲気において熱分解する。高温分解処理装置は、熱分解ガスのタール分及びオイル分等を高温分解し、ガス洗浄装置は、熱分解ガスの硫黄分、ダスト、塩素分等を除去するとともに、熱分解ガスを急冷する。高温分解処理及び洗浄・冷却処理を受けた熱分解ガスは、精製燃料ガスとして各種の燃焼設備又は熱機関に供給される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

この種のガス化システムにおいては、熱分解ガスが保有する多大な顯熱は、洗浄・浄化装置又はガス洗浄装置の洗浄・浄化工程において失われ、これは、システム全体の熱効率の低下をもたらす。このような熱損失を回避すべく、高温の水蒸気を熱分解ガスと混合し、高温水蒸気の水蒸気改質作用により熱分解ガス中の炭化水素を改質する水蒸気改質法の適用が検討されている。炭化水素の水蒸気改質反応は、一般に吸熱反応であり、改質反応に要する反応熱は、外燃式又は内燃式の燃焼装置により改質反応域に供給される。

【0006】

近年、水蒸気を700℃以上の高温域に連続的に加熱することができる装置が、本願発明者等によって開発され、高温不活性ガス又は熱媒体としての水蒸気の各種用途が検討されている。殊に、凝縮の結果として水を生成するにすぎない高温水蒸気は、窒素ガス等の不活性ガスと異なり、冷却・凝縮後の処理を簡素化する上で極めて有利である。しかも、700℃以上の高温の水蒸気は、多大な顯熱を保有するので、水蒸気自体が保有する顯熱により上記改質反応の反応熱を少な

くとも部分的に供給することができる。

【0007】

しかしながら、上記熱分解ガスの水蒸気改質反応に要する反応熱は、700℃を超える高温水蒸気によっても十分に確保し難く、従って、改質反応に要する熱量の不足を簡易な手段により補うことができる構成を開発すべき必要が生じている。

【0008】

また、本発明者等は、上記廃棄物ガス化溶融システムにおいて、比較的高酸素濃度の高温空気により廃棄物をガス化溶融する過程で比較的多量の煤が炉内に発生する現象を既に確認しており、このため、このような煤の発生を効率的に抑制する対策を構すべき必要性を認識している。

【0009】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ガス化炉又は熱分解炉の熱分解ガスを比較的良質の燃料ガスに改質することができる有形燃料のガス化装置及びガス化方法を提供することにある。

【0010】

本発明は又、燃焼装置等の内熱又は外熱手段を格別に設けることなく、熱分解ガス中の炭素化合物の水蒸気改質反応に要する十分な熱を確保することができる有形燃料のガス化装置及びガス化方法を提供することにある。

【0011】

本発明は更に、燃焼装置等の内熱又は外熱手段を格別に設けることなく、ガス化炉又は熱分解炉における有形燃料の熱分解ガス化反応を促進し、しかも、熱分解域における煤の発生等を効果的に抑制することができる有形燃料のガス化装置及びガス化方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段及び作用】

本発明者は、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、700℃以上の高温水蒸気及び高温空気を有形燃料の熱分解域及び熱分解ガスの改質域の少なくとも一方に導入することにより、比較的多量の一酸化炭素及び水素を含む所望の高

温粗燃料ガスを生成し得る事實を確認するとともに、上記高温空気に加えて上記高温水蒸気をガス化炉内に導入することにより、ガス化溶融反応に伴う煤の発生を顕著に抑制し得る現象を見出し、かかる知見に基づき、本願発明を達成したものである。

【0013】

即ち、本発明によれば、有形燃料の熱分解により熱分解ガスを生成可能なガス化炉又は熱分解炉を備えた有形燃料のガス化装置において、

水又は低温水蒸気と低温空気とを700℃以上の高温水蒸気及び高温空気に加熱する水蒸気及び空気の加熱装置と、前記高温水蒸気及び高温空気を有形燃料の熱分解域及び／又は熱分解ガスの改質域に導入する高温水蒸気及び高温空気の供給装置とを備えることを特徴とする有形燃料のガス化装置が提供される。

【0014】

本発明は又、有形燃料の熱分解により熱分解ガスを生成する有形燃料のガス化方法において、

水又は低温水蒸気と低温空気とを700℃以上の高温水蒸気及び高温空気に加熱し、前記高温水蒸気及び高温空気を有形燃料の熱分解域及び／又は熱分解ガスの改質域に導入することを特徴とする有形燃料のガス化方法を提供する。

【0015】

本発明の上記構成によれば、高温の水蒸気及び空気が熱分解域及び改質域の双方又は一方に導入される。高温空気は、熱分解ガスと発熱反応し、高温水蒸気は、熱分解ガス中の炭素化合物と吸熱反応する。適当な比率の高温空気及び高温水蒸気を熱分解域又は改質域に導入することにより、熱分解ガスと高温空気及び高温水蒸気との反応が円滑に進行するので、高温空気及び高温水蒸気の相乗効果により比較的良質の高温粗燃料ガスを生成することができる。

【0016】

本発明は更に、上記構成のガス化装置において、上記供給装置によって上記高温水蒸気及び高温空気を熱分解域及び／又は改質域に導入し、熱分解ガス中の炭素化合物と高温水蒸気及び高温空気との吸熱反応及び発熱反応により熱分解ガスを高温燃料ガスに改質することを特徴とする有形燃料のガス化装置及びそのガス

化方法を提供する。高温水蒸気及び高温空気は、熱分解ガスに混合し、高温空気と熱分解ガス中の炭素化合物との発熱反応により発生した熱は、高温水蒸気及び炭素化合物の吸熱改質反応に要する熱を補う。このような構成によれば、燃焼装置等の内熱又は外熱手段を格別に設けることなく、熱分解ガス中の炭素化合物の水蒸気改質反応に要する十分な熱を確保し得る有形燃料のガス化装置及びガス化方法を提供することが可能となる。

【0017】

他の観点より、本発明は、前述の構成のガス化装置において、上記高温水蒸気及び高温空気を有形燃料の熱分解域に導入し、高温水蒸気及び高温空気が保有する顕熱と、高温空気及び有形燃料の酸化発熱反応とによって有形燃料を熱分解し、熱分解ガスを生成することを特徴とするガス化装置及びそのガス化方法を提供する。高温水蒸気及び高温空気は、熱分解域に導入され、有形燃料は、高温水蒸気及び高温空気が保有する顕熱と、高温空気及び有形燃料の酸化発熱反応により発生する熱とによって熱分解し、熱分解ガスを生成する。このような構成によれば、燃焼装置等の内熱又は外熱手段を格別に設けることなく、ガス化炉又は熱分解炉における有形燃料の熱分解ガス化反応を促進し、しかも、熱分解域における煤の発生等を可成り抑制することが可能となる。

【0018】

本明細書において、「有形燃料」は、炭素化合物を含む廃棄物、石炭、バイオマス燃料、重質油等の固体、半固体又は液体の燃料を意味し、炭素化合物の概念は、炭化水素、有機炭素化合物、或いは、炭素を含む可燃性物質を包含する。また、「空気」は、純酸素、空気、或いは、酸素及び空気の混合気を包含するものであり、酸化剤として作用する流体を意味する。「低温空気」は、外界雰囲気の温度又は一般的な熱交換器によって加熱可能な温度、例えば、0℃～500℃の範囲の温度を有する「空気」を意味する。更に、「低温水蒸気」は、従来の水蒸気生成技術によって供給可能な範囲の温度及び圧力を有する水蒸気又は過熱水蒸気を意味する。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明の好適な実施形態によれば、低温水蒸気は、低温空気と混合した後、水蒸気・空気加熱装置によって700℃以上の高温に加熱され、熱分解域又は改質域に供給される。好ましくは、低温水蒸気及び低温空気は、混合制御装置の制御下に混合し、適切な重量比の低温水蒸気を含有する低温混合気として水蒸気・空気加熱装置に供給される。

【0020】

本発明の他の好適な実施形態によれば、低温水蒸気は、水蒸気加熱装置によって700℃以上の高温に加熱され、低温空気は、空気加熱装置によって700℃以上の高温に加熱される。加熱後の高温水蒸気及び高温空気は、混合制御装置の制御下に混合し、適切な重量比の高温水蒸気を含有する高温混合気として熱分解域又は改質域に供給される。

【0021】

好ましくは、混合制御装置は、水蒸気及び空気の混合比を任意の混合比に調節可能な混合制御弁又は複数の制御弁の集合体と、制御弁の混合比を可変設定可能な電子制御装置等の混合比制御手段とを備える。

【0022】

本発明の更に他の好適な実施形態において、低温水蒸気は、水蒸気加熱装置によって700℃以上の高温に加熱され、低温空気は、空気加熱装置によって700℃以上の高温に加熱される。加熱後の高温水蒸気及び高温空気は、水蒸気供給路及び空気供給路を介して熱分解域又は改質域に夫々導入され、熱分解域又は改質域において混合する。

【0023】

上記高温混合気、或いは、高温水蒸気及び高温空気は、熱分解域、改質域、或いは、熱分解域及び改質域の双方に導入される。高温水蒸気及び高温空気は、有形燃料及び熱分解ガス中の炭化水素と反応し、熱分解ガスは、炭化水素、水素及び一酸化炭素を含む改質ガスに改質され、高温の粗燃料ガスとして冷却装置及びガス洗浄・浄化設備に供給される。好ましくは、冷却装置は、高温粗ガスが保有する顯熱によって水を低温水蒸気に気化し、或いは、系外の水蒸気発生装置が生成した水蒸気を高温粗ガスの顯熱によって加熱する。これにより、高温粗ガスの

顯熱を有効利用し、システム全体の熱効率を改善することができる。

【0024】

本発明の好ましい実施形態によれば、上記加熱装置は、低温流体（低温空気、低温水蒸気又は低温混合気）に伝熱接触可能な熱交換装置と、該熱交換装置との伝熱接触により加熱された高温流体（高温空気、高温水蒸気又は高温混合気）を第1及び第2給気分流に分流する分流域と、可燃性物質を導入可能な燃焼域とを有する。第2給気分流は、上記熱分解域及び／又は改質域に供給され、第1給気分流は、燃焼域に流入する。熱交換装置、燃焼域及び分流域は、相互連通し、燃焼域の燃焼反応により生成した高温燃焼ガスは、熱交換装置を介して排気される。熱交換装置を構成する蓄熱体が、高温燃焼ガスに伝熱接触して蓄熱し、上記低温流体に伝熱接触して放熱する。好ましくは、熱交換装置は、燃焼ガスと低温流体とが交互に流通可能な多数の狭小流路を備えたハニカム型蓄熱体からなる。このような形式の加熱装置及びハニカム型蓄熱体の詳細は、例えば、特願平10-189号（特開平10-246428号公報）及び特願平5-6911号（特開平6-213585号公報）等に開示されている。なお、熱交換装置として、例えば、多数のペレット、ペブル又はボール形蓄熱体を収容した形式の蓄熱型熱交換器を使用しても良い。

【0025】

本発明の他の好適な実施形態では、レキュペレータ、金属コイル又は金属フィン形式の熱交換器が上記熱交換装置として使用され、熱交換器は、高温の燃料ガスと水又は低温水蒸気との顯熱交換により水又は低温水蒸気を高温水蒸気に加熱する。水は、噴霧手段等により微細な水滴を含むミストとして加熱装置に供給しても良い。なお、加熱装置として水蒸気ボイラーを使用し、水の加熱により上記高温水蒸気を生成することも可能である。

【0026】

本発明によるガス化装置の精製燃料ガスは、例えば、燃焼設備又は熱機関の燃焼装置に主燃料として供給される。燃焼装置として、燃焼設備又は熱機関のバーナー又は燃焼器等を例示し得る。燃焼装置の熱エネルギーにより発電機を駆動することにより、電気エネルギーを系外の機器又は設備に供給することができる。

例えば、施設内で発生した廃棄物を上記有形燃料として使用するとともに、上記ガス化装置にガスタービン装置及び発電機を組合せることにより、比較的小型のコジェネレーションシステムを提供することが可能となる。

【0027】

本発明によるガス化装置の精製燃料ガスを燃焼設備又は熱機関の燃焼装置に補助燃料として供給し、これを燃焼装置の主燃料又は燃焼用空気に添加しても良い。例えば、上記構成のガス化装置を船舶等の施設内廃棄物の焼却装置として使用し、ガス化装置の精製燃料ガスを船舶等の内燃機関の主燃料又は燃焼用空気に添加することができる。このような構成によれば、船舶等の施設内の廃棄物を処分し、同時に、船舶等の燃料消費量を削減することが可能となる。

【0028】

本発明の応用として、廃棄物又は石炭を上記有形燃料として使用した廃棄物ガス化システム又は石炭ガス化システムを提供することができる。本発明の更なる応用として、この種のシステムに対して発電装置を組合せ、これにより、廃棄物又は石炭を燃料とした複合発電システムを提供することが可能となる。

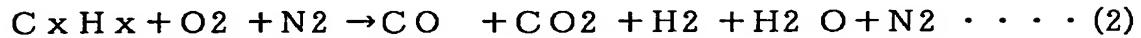
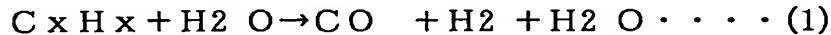
【0029】

図1は、本発明の好適な実施形態に係る有形燃料ガス化システムのシステム・フロー図である。

有形燃料ガス化システムは、有形燃料を熱分解するガス化設備と、ガス化設備の高温の粗燃料ガスを冷却する冷却器と、冷却した粗燃料ガスを精製するガス洗浄・浄化設備と、高温水蒸気及び高温空気をガス化設備の熱分解域又は改質域に供給する水蒸気・空気加熱装置とを備える。ガス化設備及び水蒸気・空気加熱装置は、上記ガス化装置を構成する。廃棄物又は石炭等の有形燃料が、燃料供給手段WTによってガス化設備に供給されるとともに、水蒸気・空気加熱装置によつて700℃以上、好ましくは、800℃以上の温度に加熱された高温水蒸気及び高温空気が、ガス化材且つ改質材としてガス化設備に供給される。有形燃料は、高温水蒸気及び高温空気の存在下にガス化設備において熱分解ガス及び残渣に熱分解する。熱分解ガス中の炭化水素は、高温水蒸気及び高温空気と反応し、熱分解ガスは、炭化水素、一酸化炭素及び水素を含む粗燃料ガスに改質される。炭化

水素及び高温水蒸気の反応は、一般に下式(1)で示される吸熱反応であり、炭化水素及び高温空気の反応は、一般に下式(2)で示される発熱反応である。

【0030】



【0031】

高温水蒸気は、有形燃料の熱分解により生成した熱分解ガスと反応し、熱分解ガスは、比較的多量の一酸化炭素及び水素を含有する改質ガス（高温粗ガス）に改質される。炭化水素及び高温空気の発熱反応によって発生した熱は、炭化水素及び高温水蒸気の吸熱改質反応に要する熱として消費される。

【0032】

高温粗ガスは、高温ガス給送路HGを介して冷却器に供給される。給水管路WSが冷却器に接続され、給水管路WSの給水は、冷却器において高温粗ガスと熱交換して気化し、比較的低温、例えば、150℃～250℃の温度の過熱水蒸気を生成する。低温水蒸気は、低温水蒸気供給路LSを介して水蒸気・空気加熱装置に供給され、700℃以上、好ましくは、800℃以上の高温に加熱された後、上記の如く、ガス化設備に導入される。同時に、外気温相当温度の低温空気が、水蒸気・空気加熱装置に供給され、700℃以上、好適には、800℃以上の温度に加熱された後、ガス化設備に導入される。

【0033】

冷却器において冷却した低温粗ガスは、低温ガス給送路LGを介してガス洗浄・浄化装置に導入される。ガス洗浄・浄化装置は、低温粗ガス中の煤塵、硫黄、塩素及び重金属等の環境汚染物質を除去する除塵装置、脱硫装置、脱塩装置及び重金属除去装置等の各種洗浄・浄化装置を含み、低温粗ガスを比較的良質の燃料ガスに精製する。ガス浄化装置の精製ガス（燃料ガス）は、燃料ガス給送路FGを介してエネルギー利用設備に供給される。エネルギー利用設備として、ガスタービン装置、ガスエンジン装置、ボイラー、工業炉又はディーゼルエンジン等の各種内燃機関又は燃焼設備を例示し得る。例えば、燃料ガス給送路FGは、ガスタービン発電装置の内燃機関に接続され、ガスタービン装置の発電機は、内燃機

関の燃焼作動により発電し、系外の設備又は機器に給電する。燃料ガスの少なくとも一部は、燃料ガス給送路RGを介して水蒸気・空気加熱装置に供給され、燃焼する。水蒸気・空気加熱装置は、熱交換器を介して燃料ガスの燃焼熱を水蒸気及び空気に伝熱し、水蒸気及び空気を上記の如く高温に加熱する。

【0034】

このように構成されたガス化装置は、有形燃料の熱分解により生成した熱分解ガスを高温空気及び高温水蒸気により高温の粗燃料ガスに改質し、高温粗ガスが保有する顕熱は、冷却器において低温水蒸気の生成に使用される。洗浄・浄化処理を受けた燃料ガスは、水蒸気・空気加熱装置の燃料として使用されるとともに、エネルギー利用設備の燃料として使用される。かくして、上記ガス化装置の構成によれば、有形燃料から燃料ガスを生成し且つ燃料ガスの燃焼反応により発電する廃棄物ガス化発電システム又は石炭ガス化発電システム等のガス化装置を提供し得る。

【0035】

図2は、図1に示すガス化装置の第1実施形態を示すブロックフロー図である。

図2に示す実施形態によれば、低温空気供給路LA、低温水蒸気供給路LS及び燃料ガス給送路RGは、低温空気、低温水蒸気及び燃料ガスを水蒸気・空気加熱装置に供給し、燃料ガスは、加熱装置の燃焼域において燃焼する。低温水蒸気及び空気は、熱交換器（図示せず）を介して燃料ガスの燃焼熱を受熱し、700°C以上、好適には、800°C以上の高温に加熱される。加熱後の高温水蒸気及び高温空気は、ガス供給路MG1、MG2を介してガス化設備の熱分解ガス化炉及びガス改質装置に導入される。好ましくは、高温空気及び高温水蒸気の重量比は、2:8~5:5の範囲に設定される。

【0036】

熱分解ガス化炉に導入された高温空気及び高温水蒸気は、熱分解ガス化炉の炉内領域に低酸素濃度の焼成雰囲気を形成するとともに、有形燃料の蒸し焼きに要する顕熱を炉内雰囲気に供給する。有形燃料として、例えば、液体、半固体及び固体の多種の材質の廃棄物を含む混合廃棄物が、燃料供給手段WTによってガス

化炉内に導入される。廃棄物は、高温且つ低酸素濃度の炉内焼成雰囲気により蒸し焼きされ、熱分解ガス及び残渣に熱分解し、炭化水素を主成分とする熱分解ガスを生成する。ガス化炉の熱分解ガスは、熱分解ガス給送路TGを介してガス改質装置の改質域に導入される。残渣は、燃焼作動中に炉外に連続的に搬出され、或いは、作動停止後に冷却し、水蒸気の凝縮水と一緒に炉外に排出される。

【0037】

ガス改質装置の改質域に導入された熱分解ガスは、高温空気及び高温水蒸気と混合し、この結果、改質域において、熱分解ガス中の炭化水素と高温空気との発熱反応が進行するとともに、熱分解ガス中の炭化水素と高温水蒸気との吸熱改質反応が進行する。水蒸気による炭化水素の改質反応に要する熱は、高温水蒸気自身が保有する顕熱によって供給されるばかりでなく、炭化水素及び高温空気の反応により発生する反応熱によって供給される。改質域に生成した改質ガスは、高温粗ガスとして高温ガス給送路HGに送出される。

【0038】

このような実施形態によれば、高温水蒸気は、多大な顕熱を保有する熱媒体且つ不活性ガスとして熱分解ガス化炉に供給されるとともに、熱分解ガス中の炭化水素の改質反応に要する熱を改質域に供給する熱媒体且つ改質材としてガス改質装置に供給される。

【0039】

図3は、図1に示すガス化装置の第2実施形態を示すブロックフロー図である。

図3に示す実施形態において、水蒸気・空気加熱装置は、燃料ガスの燃焼熱により低温空気及び低温水蒸気を700℃以上、好ましくは、800℃以上、更に好ましくは、1000℃以上の高温に加熱し、高温空気及び高温水蒸気をガス化設備のガス化炉に導入する。好ましくは、高温水蒸気及び高温空気の重量比は、2:8~5:5の範囲に設定される。図3(A)に示す実施形態では、高温空気及び高温水蒸気の混合気が、ガス供給路MGを介してガス化炉に供給され、図3(B)に示す実施形態では、高温空気及び高温水蒸気は、ガス供給路HA、HSを介してガス化炉に夫々供給され、ガス化炉の炉内領域で混合する。

【0040】

ガス化炉の炉内に導入された高温空気は、有形燃料のガス化材として働き、有形燃料は、高温の空気に接触し、酸化発熱反応により溶融するとともに、熱分解ガスを生成する。溶融した灰分又は残渣は、ガス化炉の作動中又は停止後に炉外に搬出される。炉内に導入された高温水蒸気は、有形燃料のガス化溶融により多量の煤が発生するのを抑制するとともに、熱分解ガス中の炭化水素と水蒸気改質反応し、熱分解ガスを改質する。ガス化炉の炉内領域に生成した改質ガスは、高温の粗燃料ガスとして高温ガス給送路HGに送出される。

【0041】

このような実施形態によれば、高温水蒸気は、有形燃料のガス化溶融に伴って発生し得る煤の発生を抑制するとともに、熱分解ガス中の炭化水素の改質反応に要する熱を供給する熱媒体且つ改質材としてガス化炉内に導入される。所望により、上記第1実施形態と同様なガス改質装置を高温ガス給送路HGに更に介装し、高温水蒸気及び高温空気をガス改質装置の改質域に導入しても良い。

【0042】

図4は、図1に示すガス化装置の第3実施形態を示すブロックフロー図である。

図4に示す実施形態によれば、ガス化設備は、外部加熱式の熱分解ガス化炉と、改質域を有するガス改質装置とを備える。水蒸気・空気加熱装置は、燃料ガスの燃焼熱により低温空気及び低温水蒸気を700℃以上、好ましくは、800℃以上の高温に加熱し、高温空気及び高温水蒸気をガス改質装置に導入する。高温空気及び高温水蒸気の重量比は、2:8~5:5の範囲に設定される。

【0043】

熱分解ガス化炉に導入された有形燃料は、熱分解ガス化炉の炉内領域において熱分解ガス及び残渣に熱分解し、熱分解ガスは、熱分解ガス給送路TGを介してガス改質装置に導入される。熱分解ガスは、ガス改質装置の改質域において高温水蒸気及び高温空気と混合し、熱分解ガス中の炭化水素の水蒸気改質反応が改質域に生起し且つ進行する。炭化水素の水蒸気改質反応に要する熱は、高温水蒸気が保有する顯熱により供給されるとともに、高温空気及び炭化水素の反応熱によ

り供給される。この結果、熱分解ガスは、比較的多量の一酸化炭素及び水素を含む高温の粗燃料ガスとして高温ガス給送路HGに送出される。

【0044】

【実施例】

以下、図5乃至図12を参照して、本発明に係るガス化装置及びガス化方法の実施例について詳細に説明する。

図5は、本発明の第1実施例に係るガス化装置を備えた廃棄物ガス化システムの全体構成を示すシステム・フロー図である。

【0045】

図5に示す廃棄物ガス化システムは、図2に示す第1実施形態に相応するガス化装置1を備えており、ガス化装置1は、熱分解ガス化炉2及び改質器3を有する。熱分解ガス化炉2は、一括投入型のバッチ式熱分解炉からなり、廃棄物を蒸し焼き可能な炉内領域（熱分解域）を備える。改質器3は、熱分解ガス化炉2の上部に配置された中空の改質域を有し、改質域は、熱分解ガス給送路TGを介して熱分解ガス化炉2の熱分解域と連通する。

【0046】

改質器3の改質域は、高温ガス給送路HGを介して冷却器6に接続され、冷却器6は、低温ガス給送路LGを介してガス洗浄・浄化装置7に接続される。ガス洗浄・浄化装置7は、燃料ガス給送路FGを介してガスタービン装置等に接続される。

【0047】

給水管路WSが冷却器6の熱交換器（図示せず）に接続され、熱交換器は、低温水蒸気給送路LSの上流端に接続される。低温水蒸気供給路LSは、第1及び第2水蒸気流路LS1、LS2に分岐し、流路LS1、LS2の下流端は、混合制御弁51、52に夫々接続される。外界雰囲気の空気を供給可能な給気ファン60が、低温空気供給路LAに介装され、低温空気供給路LAは、第1及び第2空気流路LA1、LA2に分岐する。流路LA1、LA2の下流端は、混合制御弁51、52に夫々接続される。混合制御弁51、52は、低温空気及び低温水蒸気を2:8~5:5の範囲内の混合比（重量比）に混合する。

【0048】

混合制御弁51、52の各吐出口は、低温混合気供給路SA1、SA2の上流端に接続される。供給路SA1、SA2の下流端は、水蒸気・空気加熱装置10、10の各流路切換装置20に接続される。水蒸気・空気加熱装置10、10は、高温混合気供給路MG1、MG2の上流端に接続され、供給路MG1、MG2の下流端は、熱分解ガス化炉2及び改質器3の高温混合気導入口4、5に夫々接続される。

【0049】

図6は、水蒸気・空気加熱装置10の全体構成及び作動態様を示す概略断面図である。図6(A)は、水蒸気・空気加熱装置10の第1加熱工程を示し、図6(B)は、水蒸気・空気加熱装置10の第2加熱工程を示す。

【0050】

図6に示す如く、水蒸気・空気加熱装置10は、対をなす第1及び第2加熱部10A、10Bと、各加熱部を相互連通する連通部10Cとから構成される。加熱部10Aは、第1熱交換装置11及び第1燃焼域13を有し、加熱部10Bは、第2熱交換装置12及び第2燃焼域14を有する。第1及び第2燃焼域13、14は、熱交換装置11、12及び流路切換装置20を介して低温混合気供給路SAに交互に連通する。連通部10Cは、水蒸気・空気加熱装置10の中心軸線に対して対称の構造に形成され、突出部16が、該中心軸線上において流路内方に突出する。燃料供給口43、44及び酸化剤吐出口83、84が、第1及び第2加熱部10A、10Bに夫々配設される。燃料供給口43、44は、燃料供給路F1、F2を介して燃料ガス給送路RG(図5)に接続され、燃料ガスを燃焼域13、14内に交互に吐出ないし噴射する。酸化剤吐出口83、84は、酸化剤供給路OX1、OX2を介して酸化剤供給路OXGに接続され、所望により、酸化剤を燃焼域13、14に交互に供給する。

【0051】

水蒸気・空気加熱装置10は更に、燃料供給口43、44の燃料ガス吹込み量及び吹込み時期を制御する燃料供給制御装置40と、酸化剤吐出口83、84の酸化剤供給量及び供給時期を制御する酸化剤供給制御装置80とを有する。制御

装置40は、燃料供給路F1、F2に夫々介装された第1及び第2燃料供給制御弁41、42を備え、制御装置80は、酸化剤供給路OX1、OX2に夫々介装された第1及び第2流量制御弁81、82を備える。酸化剤として、酸素濃度を調整した空気、或いは、酸素が一般に使用される。

【0052】

第1及び第2熱交換器11、12は、多数のセル孔（狭小流路）を備えたハニカム構造のセラミックス製又は金属製蓄熱体からなり、各セル孔は、水蒸気及び燃焼排ガスが交互に通過可能な小寸法断面の流路を構成する。蓄熱体は、加熱部10A、10Bの内部に組込み可能な全体形状及び寸法を有し、セル壁の壁厚及び各セル壁のピッチ（壁体間隔）は、好ましくは、蓄熱体の容積効率の最大値に相応し且つ0.7乃至1.0の範囲内の熱交換装置11、12の温度効率を確保し得る所望の壁厚及びピッチに設定される。更に好ましくは、セル壁の壁厚は、1.6mm以下の所定厚に設定され、セル壁ピッチは、5.0mm以下の所定値に設定される。

【0053】

第1及び第2燃焼域13、14の間に位置する分流域15は、高温混合気供給路MG1、MG2の上流端に接続され、第1及び第2熱交換装置11、12の各基端部は、流路切換装置20を介して、低温混合気供給路SA1、SA2及び排気導出路EXに接続される。流路切換装置20は、第1給気開閉弁21、第2給気開閉弁22、第1排気開閉弁23及び第2排気開閉弁24を備える。給気開閉弁21、22は、給送路SA1、SA2の分岐連通管路25を介して相互連通し、排気開閉弁23、24は、排気導出路EXの分岐連通管路26を介して相互連通する。

【0054】

第1給気開閉弁21及び第1排気開閉弁23は、同時に開放し且つ同時に閉塞するように連動し、第2給気開閉弁22及び第2排気開閉弁24は、同時に開放し且つ同時に閉塞するように連動する。水蒸気・空気加熱装置10の制御装置（図示せず）は、図6（A）に示す第1加熱工程において、第1給気開閉弁21及び第1排気開閉弁23を開放し且つ第2給気開閉弁22及び第2排気開閉弁24

を閉塞する。他方、水蒸気・空気加熱装置10の制御装置は、図6(B)に示す第2加熱工程において、第1給気開閉弁21及び第1排気開閉弁23を閉塞し且つ第2給気開閉弁22及び第2排気開閉弁24を開放する。

【0055】

ハニカム型蓄熱体及び水蒸気・空気加熱装置の各部構成は、特願平5-6911号(特開平6-213585号公報)及び特願平10-189号(特開平10-246428号公報)等に詳細に記載されているので、更なる詳細な説明は、省略する。

【0056】

次に、上記構成の廃棄物ガス化システムの作動について、説明する。

図5に示す如く、廃棄物は、燃料供給手段WTによって熱分解ガス化炉2の熱分解域に導入される。高温混合気供給路MG1の高温混合気が、導入口4から炉内に導入され、廃棄物を蒸し焼き可能な低酸素濃度の高温焼成雰囲気が、熱分解域に形成される。廃棄物は、残渣及び熱分解ガスに熱分解し、炉底部に堆積した廃棄物の焼却残渣は、ガス化炉2の作動中又は冷却後に炉外に搬出される。

【0057】

熱分解ガスは、熱分解ガス給送路TGを介して改質器3の改質域に流入し、高温混合気供給路MG2の高温混合気が、導入口5から改質域に導入される。改質域の熱分解ガスは、高温混合気と混合し、この結果、熱分解ガス中の炭化水素と高温空気との発熱反応が進行するとともに、熱分解ガス中の炭化水素と高温水蒸気との吸熱改質反応が進行する。改質域に生成した改質ガスは、高温の粗燃料ガスとして高温ガス給送路HGから冷却器6に導入される。

【0058】

冷却器6において冷却した低温の粗燃料ガスは、低温ガス給送路LGを介してガス洗浄・浄化装置7に導入され、除塵、脱硫、脱塩及び重金属除去等の洗浄・浄化処理を受けた後、精製燃料ガスとして燃料ガス給送路FG、RGに送出される。例えば、60乃至80%の重量比の燃料ガスは、燃料ガス給送路FGを介して後続のエネルギー利用設備に供給され、40乃至20%の重量比の燃料ガスは、混合気加熱用燃料として燃料ガス給送路RGから水蒸気・空気加熱装置10に

供給される。

【0059】

冷却器6の熱交換器において加熱された給水管路WSの給水は、低温水蒸気として気化し、低温水蒸気供給路LSに送出される。低温水蒸気は、混合制御弁51、52によって低温空気供給路LAの低温空気と混合した後、低温混合気供給路SA1、SA2から水蒸気・空気加熱装置10の流路切換装置20に供給される。

【0060】

流路切換装置20は、上記第1加熱工程において、低温混合気を第1燃焼域13に導入し且つ第2燃焼域14の燃焼排ガスを排気導出路EXに導出し（図6A）、第2加熱工程において、低温混合気を第2燃焼域14に導入し且つ第1燃焼域13の燃焼排ガスを排気導出路EXに導出する（図6B）。

【0061】

第1加熱工程（図6A）において、燃料供給制御装置40は、燃料ガス給送路RGの燃料ガスを第2燃焼域14に吹込む。所望により、酸化剤供給制御装置80は、酸化剤を第2燃焼域14に供給する。低温混合気は、第1熱交換装置11を流通する間に700℃以上、好適には、800℃以上に加熱される。高温の混合気流Hは、分流域15に流入し、分流域15において、第1及び第2分流H1：H2に分流する。第2分流H2は、高温混合気供給路MGに送出され、第1分流H1は、第2燃焼域14に流入し、燃料ガスと混合して燃焼反応し、高温の燃焼排ガスを第2燃焼域14に生成する。燃焼排ガスは、第2熱交換装置12、第2給排路L2及び第1排気開閉弁23を介して排気ファン30（図5）に誘引され、排気路EG及び排気口31から系外に排気される。燃焼排ガスは、第2熱交換装置12を通過する際に第2熱交換装置12の蓄熱体と伝熱接触し、燃焼排ガス流が保有する顯熱は、該蓄熱体に蓄熱される。

【0062】

第2加熱工程（図6B）において、制御装置40、80は、燃料ガスを第1燃焼域13に供給する。低温混合気は、第2熱交換装置12を流通する間に上記高温域に加熱される。高温混合気流Hは、分流域15に流入し、分流域15におい

て、第1及び第2分流H1:H2に分流する。第2分流H2は、高温混合気供給路MGに送出され、第1分流H1は、第1燃焼域13に流入し、燃料ガスと混合し、高温の燃焼排ガスを第1燃焼域13に生成する。燃焼排ガスは、第1熱交換装置11、第1給排路L1及び第2排気開閉弁24を介して排気ファン30(図5)に誘引され、排気路EG及び排気口31から系外に排気される。燃焼排ガスは、第1熱交換装置11を通過する際に第1熱交換装置11の蓄熱体と伝熱接触し、燃焼排ガス流が保有する顯熱は、該蓄熱体に蓄熱される。

【0063】

水蒸気・空気加熱装置10は、120秒以下、好適には、60秒以下、更に好適には30秒以下の所定時間に設定された所定の時間間隔で交互に第1又は第2加熱工程に切換えられる。第2分流H2は、連続的に高温混合気供給路MGに送出され、図5に示す如く、高温混合気供給路MG1、MG2を介して熱分解ガス化炉2及び改質器3に夫々供給される。

【0064】

図7は、図5に示す実施例の変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フロー図である。

図7に示す廃棄物ガス化システムは、单一の水蒸気・空気加熱装置10及び混合制御弁50を備えており、加熱装置10の高温混合気を分流する分配制御弁70が、高温混合気供給路MGの下流端に配設される。分配制御弁70の第1吐出口は、第1混合気供給路MG1を介して導入口4と連通し、分流制御弁70の第2吐出口は、第2混合気供給路MG2を介して導入口5と連通する。分配制御弁70は、所定割合の高温混合気を熱分解ガス化炉2の熱分解域に供給し、残余の割合の高温混合気を改質器3の改質域に供給する。その他の廃棄物ガス化システムの構成は、図5に示すシステム構成と実質的に同一である。

【0065】

図8は、図5に示す実施例の更なる変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フロー図である。

図8に示す廃棄物ガス化システムは、低温空気を加熱する空気加熱装置10Aと、低温水蒸気を加熱する水蒸気加熱装置10Bとを備える。空気加熱装置10

Aの流路切換装置20は、低温空気供給路LAに接続され、空気加熱装置10の分流域15は、高温空気供給路HAに接続される。給気ファン60が低温空気供給路LAに介装され、分配制御弁71が、供給路HAの下流端に接続される。他方、水蒸気加熱装置10Bの流路切換装置20は、低温水蒸気供給路LSに接続される。水蒸気加熱装置10の分流域15は、高温水蒸気供給路HSに接続され、分配制御弁72が、高温水蒸気供給路HSの下流端に接続される。

【0066】

分配制御弁71の第1及び第2吐出口は、第1及び第2高温空気流路HA1、HA2に接続され、分配制御弁72の第1及び第2吐出口は、第1及び第2の高温水蒸気流路HS1、HS2に接続される。第1の高温空気流路及び高温水蒸気流路HA1、HS1は、熱分解ガス化炉2の熱分解域と連通し、分配制御弁71、72は、所定割合の高温空気及び高温水蒸気を導入口4A、4Bから熱分解域に導入する。第2の高温空気流路及び高温水蒸気流路HA2、HS2は、改質器3の改質域と連通し、分配制御弁71、72は、残余の割合の高温空気及び高温水蒸気を導入口5A、5Bから改質域に導入する。熱分解域及び改質域に導入された高温空気及び高温水蒸気は、熱分解域及び改質域において混合する。その他の廃棄物ガス化システムの構成は、図5に示すシステム構成と実質的に同一である。

【0067】

図9は、本発明の第2実施例に係るガス化装置を備えた廃棄物ガス化システムの全体構成を示すシステム・フロー図である。図9において、上記第1実施例の各構成要素と実質的に同一又は同等の構成要素については、同一の参照符号が付されている。

【0068】

図9に示す廃棄物ガス化システムは、上記第2実施形態(図3)に相応する廃棄物ガス化装置1を備える。ガス化装置1は、ペブル床ガス化炉2からなり、多数の球形セラミックス(ペブル)により構成されるペブル床8を備える。ペブル床8は、例えば、直径20~50mm程度のアルミナボールの充填層又は積層体からなり、ペブル床8の上方には、廃棄物を熱分解可能な熱分解域が画成される。

ガス化装置1は、廃棄物を装入可能な燃料供給手段WTを備え、所望により適当な寸法又は粒度に粉碎された廃棄物が、供給手段WTによってガス化炉2内に導入される。1000°C以上の高温混合気（空気及び水蒸気）が、熱分解域に導入され、高温混合気は、廃棄物を熱分解し、溶融する。球形セラミックスは、高温混合気によって加熱され且つ高温混合気の顯熱を蓄熱し、廃棄物に伝熱接触して廃棄物の溶融ガス化反応を促進する。廃棄物の溶融スラグは、球形セラミックスの間隙を流下してスラグ・ガス分離域9に流入する。分離域9の底部に滞留した溶融スラグは、炉外に抽出され、冷却・固化し、路盤材等の建築材料又は土木材料等として再利用される。

【0069】

高温混合気による廃棄物の溶融過程で発生した熱分解ガスは、ペブル床8のセラミックス球の間隙を通過し、高温粗ガスとして分離域9から高温ガス給送路HGに送出される。給送路HGの高温粗ガスは、冷却器6、低温ガス給送路LG及びガス洗浄・浄化装置7を流通し、低温の精製燃料ガスとして燃料ガス給送路FG、RGに送出される。給送路FGの燃料ガスは、ガスタービン装置等のエネルギー利用設備に供給され、給送路RGの燃料ガスは、水蒸気・空気加熱装置10に供給される。冷却器6内の熱交換器は、高温粗ガスが保有する顯熱によって給水管路WSの給水を低温水蒸気として気化し、低温水蒸気は、混合制御弁50において低温空気供給路LAの低温空気と混合した後、水蒸気・空気加熱装置10の流路切換装置20に供給される。混合制御弁50は、低温水蒸気及び低温空気を2:8~5:5の範囲内の混合比（重量比）に混合する。

【0070】

水蒸気・空気加熱装置10の構成は、上記第1実施例の水蒸気・空気加熱装置の構成と実質的に同一であり、第1加熱工程（図6A）及び2加熱工程（図6B）を所定時間毎、例えば、60秒以下の時間間隔で交互に反復実施し、これにより、低温混合気供給路SAの低温混合気を1000°C以上の高温に連続的に加熱し、高温混合気供給路MGに送出する。供給路MGは、高温混合気をガス化炉2内に導入する。高温混合気は、熱分解域の廃棄物をガス化溶融し、廃棄物を溶融スラグと熱分解ガスとに熱分解する。混合気中の高温水蒸気は、廃棄物のガス化

溶融により多量の煤が発生するのを抑制するとともに、熱分解ガス中の炭化水素と水蒸気改質反応し、熱分解ガスを改質する。

【0071】

図10は、図9に示す実施例の変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フロー図である。

図10に示す廃棄物ガス化システムは、図8に示す実施例と同様、低温空気を加熱する空気加熱装置10Aと、低温水蒸気を加熱する水蒸気加熱装置10Bとを備える。空気加熱装置10Aの流路切換装置20は、給気ファン60を備えた低温空気供給路LAに接続され、空気加熱装置10の分流域15は、高温空気供給路HAに接続される。水蒸気加熱装置10Bの流路切換装置20は、低温水蒸気供給路LSに接続され、水蒸気加熱装置10の分流域15は、高温水蒸気供給路HSに接続される。

【0072】

供給路HA、HSの高温空気及び高温水蒸気は夫々、導入口4A、4Bから熱ガス化炉2内に導入される。高温空気及び高温水蒸気は、上記の如く、熱分解域の廃棄物をガス化溶融し、廃棄物を溶融スラグ及び熱分解ガスに熱分解し、高温水蒸気は、煤の発生を抑制するとともに、熱分解ガス中の炭化水素と反応し、熱分解ガスを改質する。その他の廃棄物ガス化システムの構成は、図9に示すシステム構成と実質的に同一である。

【0073】

図11は、図9に示す実施例の更なる変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フロー図である。

図11に示す廃棄物ガス化システムは、高温側の混合制御弁55を備える点において、図10に示す構成と相違する。高温空気供給路HA及び高温水蒸気供給路HSが混合制御弁55に接続され、高温空気及び高温水蒸気は、所定の混合比で混合する。空気及び水蒸気の高温混合気は、高温混合気供給路MGを介してガス化装置1に供給され、導入口4から熱分解域に導入される。その他の構成は、図10に示すシステム構成と同一であるので、更なる詳細な説明は、省略する。

【0074】

図12は、本発明の第3実施例に係るガス化装置を備えた廃棄物ガス化システムの全体構成を示すシステム・フロー図である。図12において、上記第1及び第2実施例の各構成要素と実質的に同一又は同等の構成要素については、同一の参照符号が付されている。

【0075】

図12に示す廃棄物ガス化システムは、熱分解炉2及び改質器3を含むガス化装置1を備えるとともに、冷却器6、ガス洗浄・浄化装置7及び水蒸気・空気加熱装置10を備える。ガス化装置1の構成は、前述の第3実施形態(図4)に相応する。熱分解炉2は、酸素濃度制御手段(図示せず)を備えた外部加熱式ロータリーキルンからなり、ロータリーキルンの熱分解域は、酸素濃度制御手段の制御下に低酸素状態又は無酸素状態の炉内焼成雰囲気に維持・管理される。熱分解炉2の前処理装置は、シュレッダーダスト又は都市ゴミの破碎、選別及び乾燥工程、或いは、汚泥の沈降分離、脱水及び乾燥工程を実施する公知の手段を備えており、熱分解効率を向上すべく、例えば150mm以下の寸法の碎片に廃棄物を破碎した後、廃棄物の碎片を熱分解炉1の廃棄物装入部に投入する。熱分解域の廃棄物は、所謂蒸し焼き状態の炉内焼成雰囲気にて約500～600℃程度に加熱され、熱分解反応の進行により熱分解ガス及び残渣に分解する。熱分解ガス及び残渣は、分離部において相互分離し、残渣は、残渣取出装置、有価金属選別装置、溶融炉等(図示せず)に導入され、他方、熱分解ガスは、改質器3の改質域に導入される。

【0076】

改質器3の改質域は、高温ガス給送路HGを介して冷却器6に接続され、冷却器6は、低温ガス給送路LGを介してガス洗浄・浄化装置7に接続される。ガス洗浄・浄化装置6は、燃料ガス給送路FGを介してガスタービン装置等のエネルギー利用設備に接続される。

【0077】

給水管路WSが冷却器6の熱交換器に接続され、熱交換器は、低温水蒸気供給路LSの上流端に接続される。低温水蒸気供給路LSの下流端は、混合制御弁50の第1流入口に接続される。外界雰囲気の空気を供給可能な給気ファン60を

備えた低温空気供給路LAが、混合制御弁50の第2流入口に接続される。更に、低温混合気供給路SAが、混合制御弁50の吐出口に接続される。混合制御弁50は、低温空気及び低温水蒸気を2:8~5:5の範囲内の混合比(重量比)に混合し、低温空気及び低温水蒸気の混合気を水蒸気・空気加熱装置10に供給する。

【0078】

水蒸気・空気加熱装置10は、上記各実施例の水蒸気・空気加熱装置と実質的に同一の構造を有し、第1加熱工程(図6A)及び2加熱工程(図6B)を所定時間毎、例えば、60秒以下の時間間隔で交互に反復実施することにより、低温混合気供給路SAの低温混合気を700°C以上、好適には、800°C以上の高温に連続的に加熱し、高温混合気供給路MGに送出する。供給路MGは、高温混合気を改質器3に導入し、高温混合気は、改質域の熱分解ガスと混合する。この結果、熱分解ガス中の炭化水素と高温空気との発熱反応が進行するとともに、熱分解ガス中の炭化水素と高温水蒸気との吸熱改質反応が進行する。改質域に生成した改質ガスは、高温の粗燃料ガスとして高温ガス給送路HGから冷却器6に導入される。その他のシステム構成は、前述の各実施例と実質的に同一であるので、更なる詳細な説明は、省略する。

【0079】

以上、本発明の好適な実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変形又は変更が可能である。

【0080】

例えば、上記各実施例の記載における「廃棄物」の用語を「微粉炭」、「微粉炭及び一次空気」又は「石炭」に置換することにより、上記各実施例のシステムを石炭ガス化装置として把握し得る。この場合、微粉炭等の石炭は、上記燃料供給手段WTによってガス化装置1に供給され、ガス化装置1は、石炭ガス化装置として機能する。石炭ガス化ガスは、高温水蒸気及び高温空気により改質され、かかる後、冷却器6及びガス洗浄・浄化装置7により精製され、精製燃料ガスとして水蒸気・空気加熱装置10及びエネルギー利用設備に供給される。

【0081】

また、上記各実施例における水蒸気加熱装置10の各部構造、例えば、流路切換装置20の弁型式、分流域15の構造等については、適宜変更することが可能である。例えば、流路切換装置20として、4方弁型式の弁機構を採用しても良く、また、分流域15は、第1燃焼域13及び第2燃焼域14を相互連通可能な連通路及び分流制御弁により形成しても良い。

【0082】

更に、高温粗ガスにより水蒸気を加熱する手段として、例えば、特願平10-24144号（特開平11-223482号公報）に開示された熱交換システムを採用しても良い。このような熱交換システムは、上記冷却器の低温水蒸気を加熱する手段として使用され、或いは、系外の水蒸気生成手段にて生成した低温水蒸気を加熱する手段として使用される。熱交換システムにより加熱された水蒸気は、上記水蒸気・空気加熱装置によって700℃以上の高温に更に加熱される。

【0083】

また、上記ガス化設備の高温粗ガスを冷却せず、これを高温ガスとして工業炉等の燃焼設備又は熱機関に直に供給しても良い。この場合、水蒸気発生手段及び水蒸気・空気加熱装置には、これら装置の燃焼用燃料が、系外の燃料供給設備から別途供給される。

【0084】

【発明の効果】

以上説明した如く、本発明によれば、高温の水蒸気及び空気が熱分解域及び改質域の双方又は一方に導入され、高温空気は、熱分解ガスと発熱反応し、高温水蒸気は、熱分解ガス中の炭素化合物と吸熱反応する。このような有形燃料のガス化装置及びガス化方法によれば、ガス化炉又は熱分解炉の熱分解ガスを比較的良質の燃料ガスに改質することができる。

【0085】

また、高温空気と熱分解ガス中の炭素化合物との発熱反応により発生した熱によって高温水蒸気及び炭素化合物の吸熱改質反応に要する熱を補う本発明の構成によれば、燃焼装置等の内熱又は外熱手段を格別に設けることなく、熱分解ガス

中の炭素化合物の水蒸気改質反応に要する十分な熱を確保することができる。

【0086】

更に、高温空気及び高温空気が保有する顯熱と、有形燃料及び高温空気の酸化発熱反応により発生した熱とによって有形燃料を熱分解して熱分解ガスを生成する本発明の構成によれば、燃焼装置等の内熱又は外熱手段を格別に設けることなく、~~ガス化炉又は熱分解炉における有形燃料の熱分解ガス化反応を促進し、しか~~も、熱分解域における煤の発生等を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の好適な実施形態に係る有形燃料ガス化システムのシステム・フロー図である。

【図2】

図1に示すガス化装置の第1実施形態を示すブロックフロー図である。

【図3】

図1に示すガス化装置の第2実施形態を示すブロックフロー図である。

【図4】

図1に示すガス化装置の第3実施形態を示すブロックフロー図である。

【図5】

本発明の第1実施例に係るガス化装置を備えた廃棄物ガス化システムの全体構成を示すシステム・フロー図である。

【図6】

図5に示す水蒸気・空気加熱装置の全体構成及び作動態様を示す概略断面図であり、図6(A)は、水蒸気・空気加熱装置の第1加熱工程を示し、図6(B)は、水蒸気・空気加熱装置の第2加熱工程を示す。

【図7】

図5に示す実施例の変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フロー図である。

【図8】

図5に示す実施例の更なる変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フ

ロー図である。

【図9】

本発明の第2実施例に係るガス化装置を備えた廃棄物ガス化システムの全体構成を示すシステム・フロー図である。

【図10】

~~図9に示す実施例の変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フロー図~~
である。

【図11】

図9に示す実施例の更なる変形例を示す廃棄物ガス化システムのシステム・フロー図である。

【図12】

本発明の第3実施例に係るガス化装置を備えた廃棄物ガス化システムの全体構成を示すシステム・フロー図である。

【符号の説明】

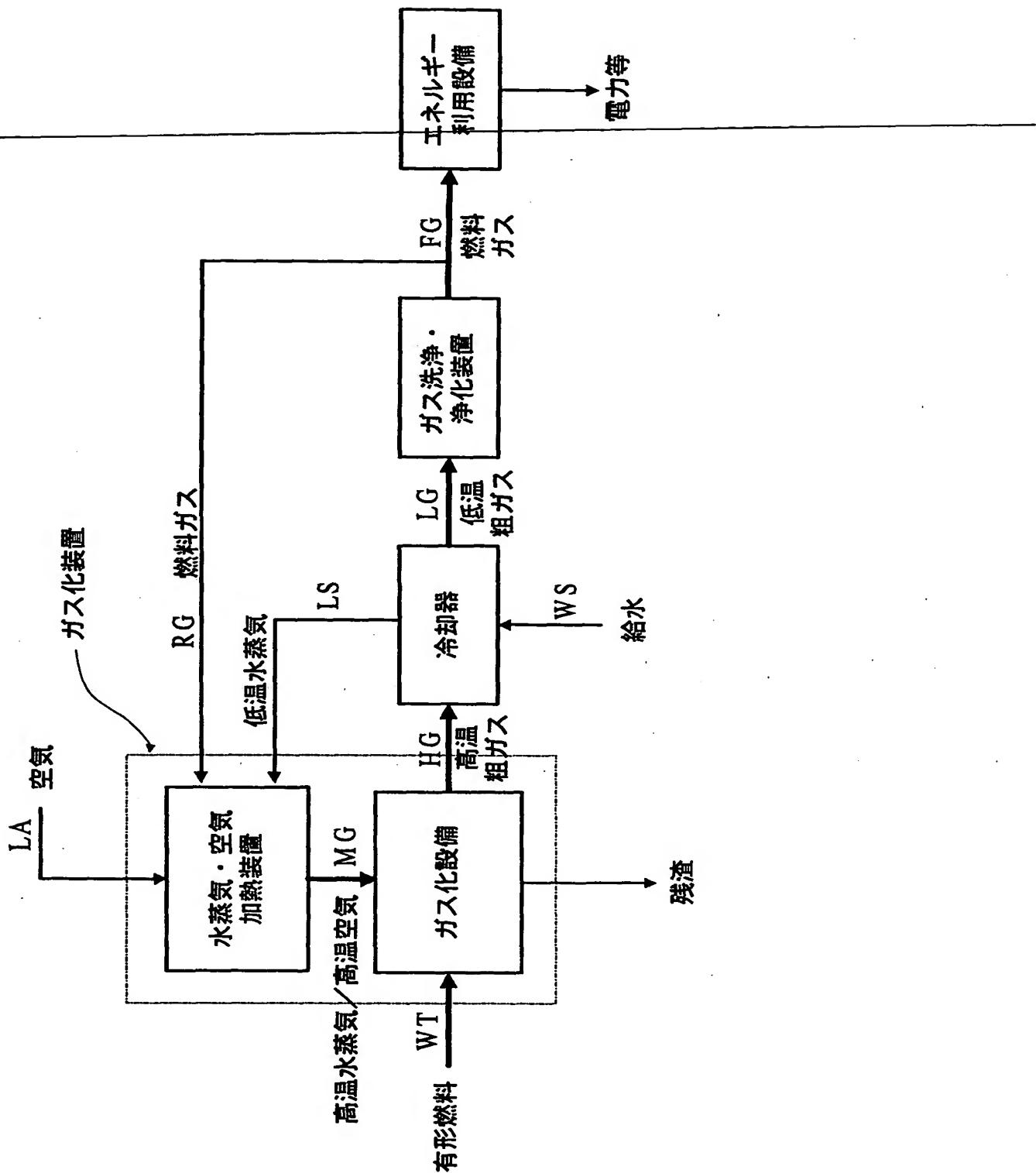
- 1 ガス化装置
- 2 熱分解ガス化炉、ガス化炉、熱分解炉
- 3 改質器
- 6 冷却器
- 7 ガス洗浄・浄化装置
- 10 水蒸気・空気加熱装置
- 10A 空気加熱装置
- 10B 水蒸気加熱装置
- LA 低温空気供給路
- LS 低温水蒸気供給路
- SA 低温混合気供給路
- MG ガス供給路、高温混合気供給路
- HA ガス供給路、高温空気供給路
- HS ガス供給路、高温水蒸気供給路
- TG 熱分解ガス給送路

H G 高温ガス給送路

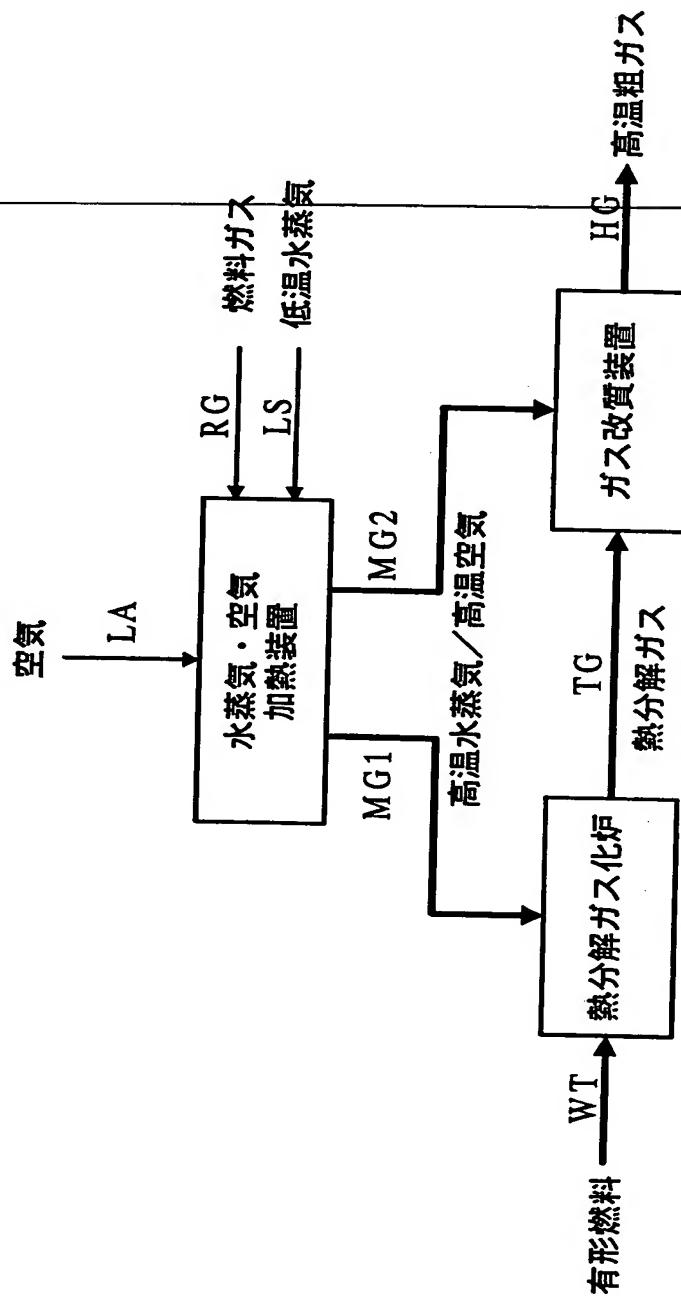
L G 低温ガス給送路

R G : F G 燃料ガス給送路

【書類名】 図面
【図1】

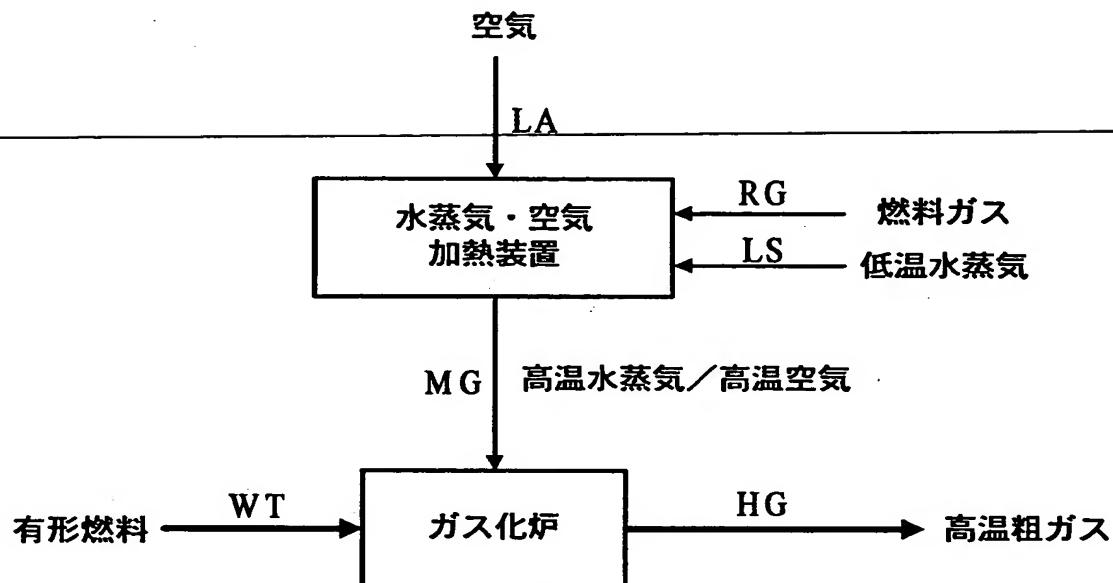


【図2】

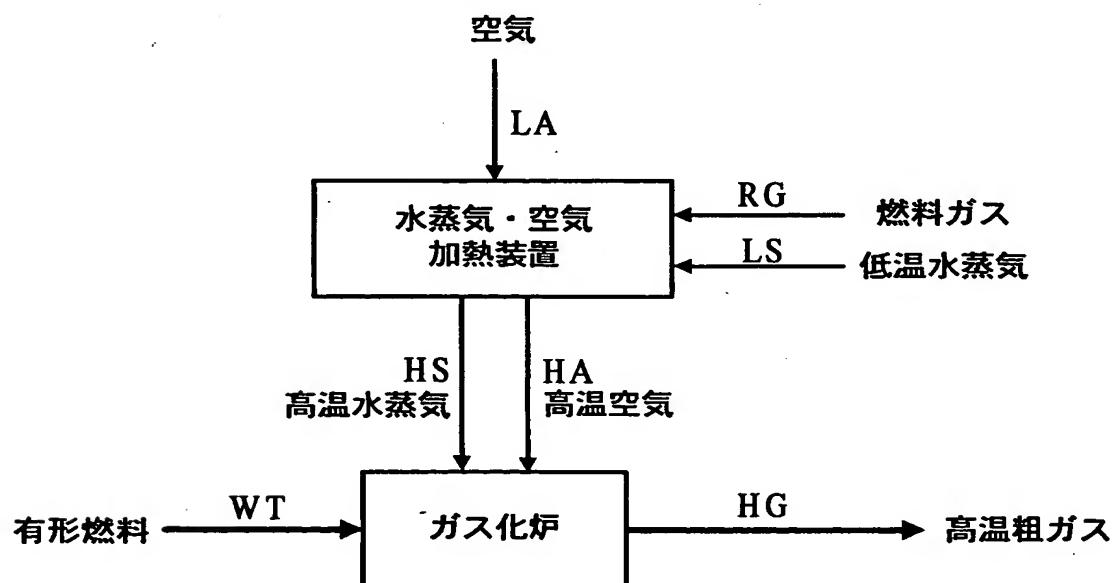


【図3】

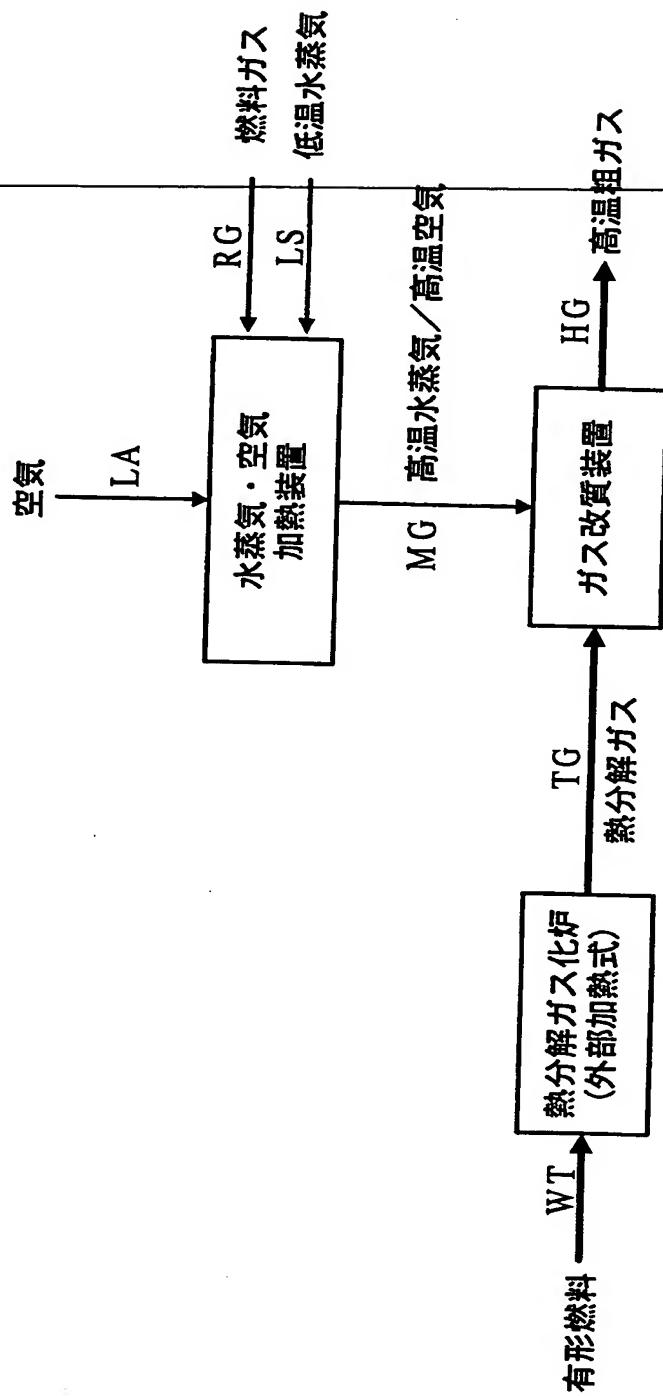
(A)



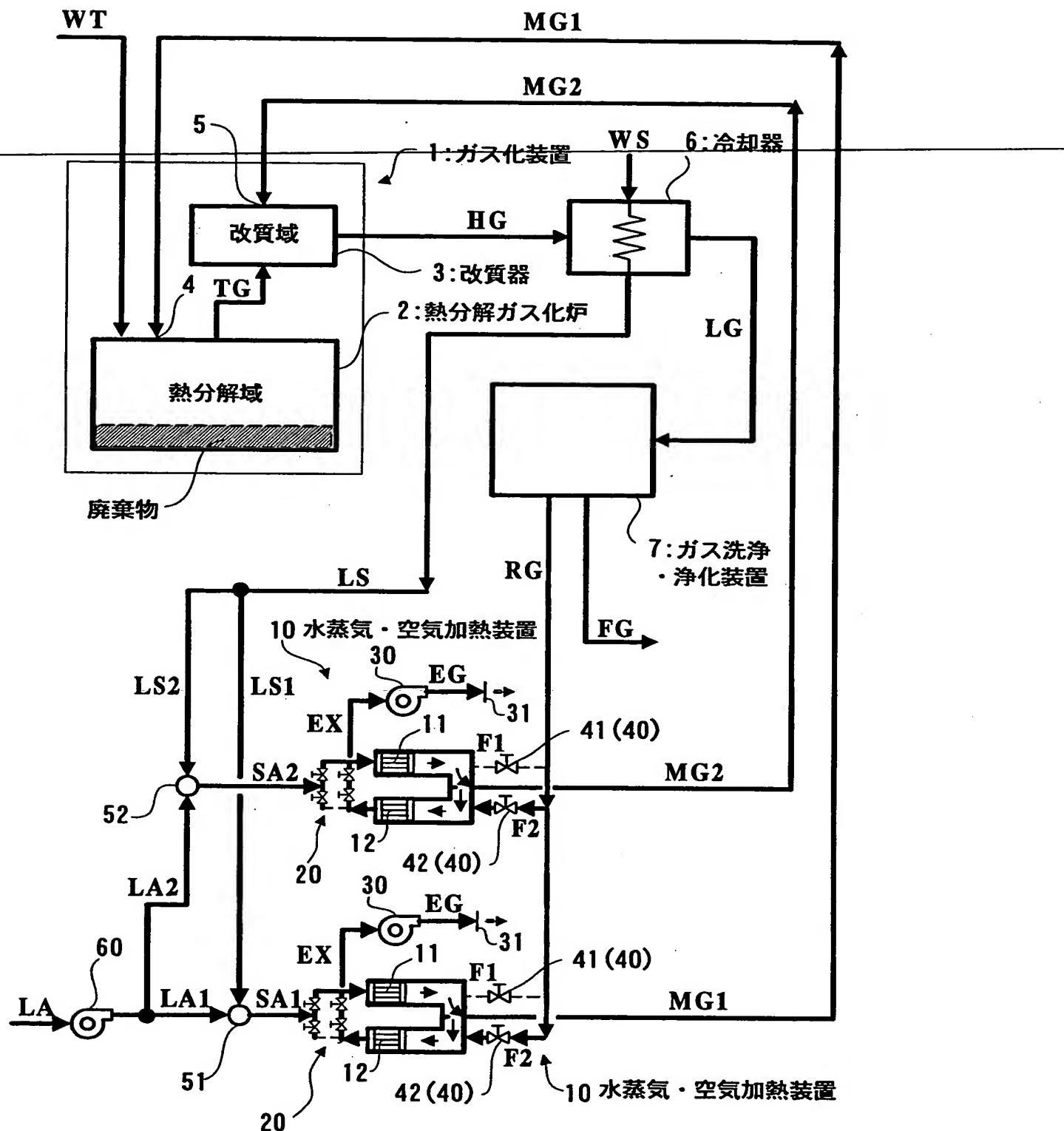
(B)



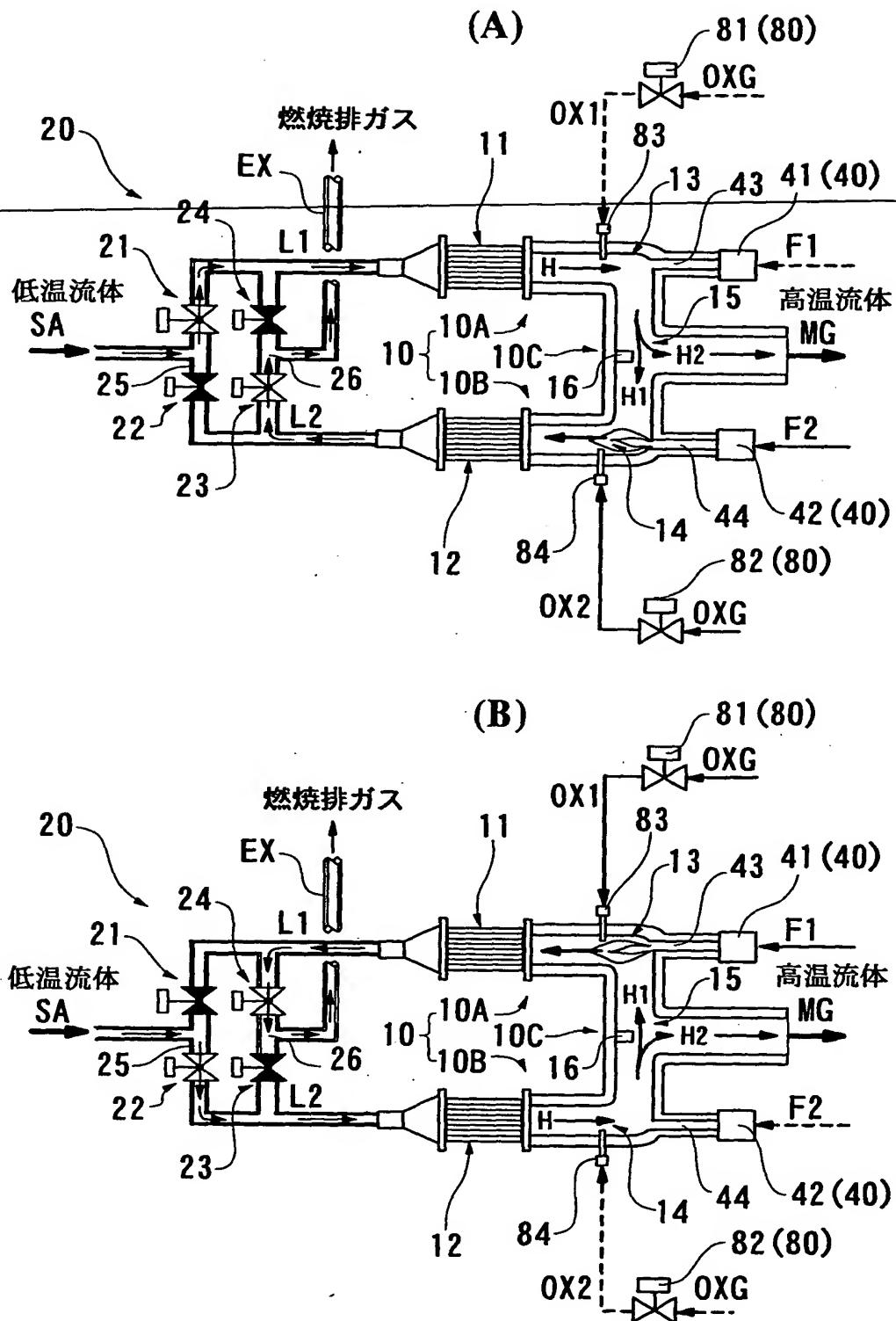
【図4】



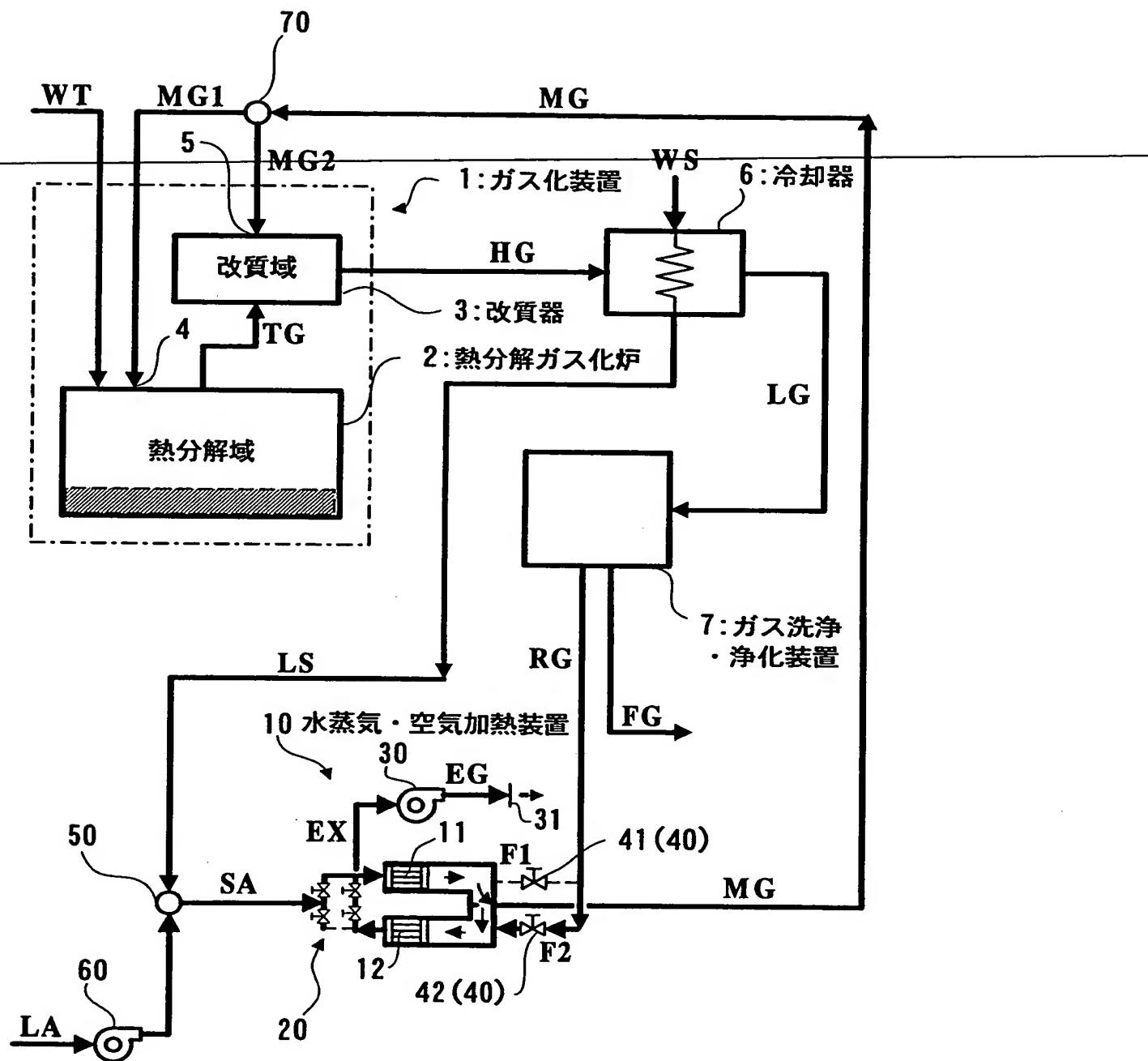
【図5】



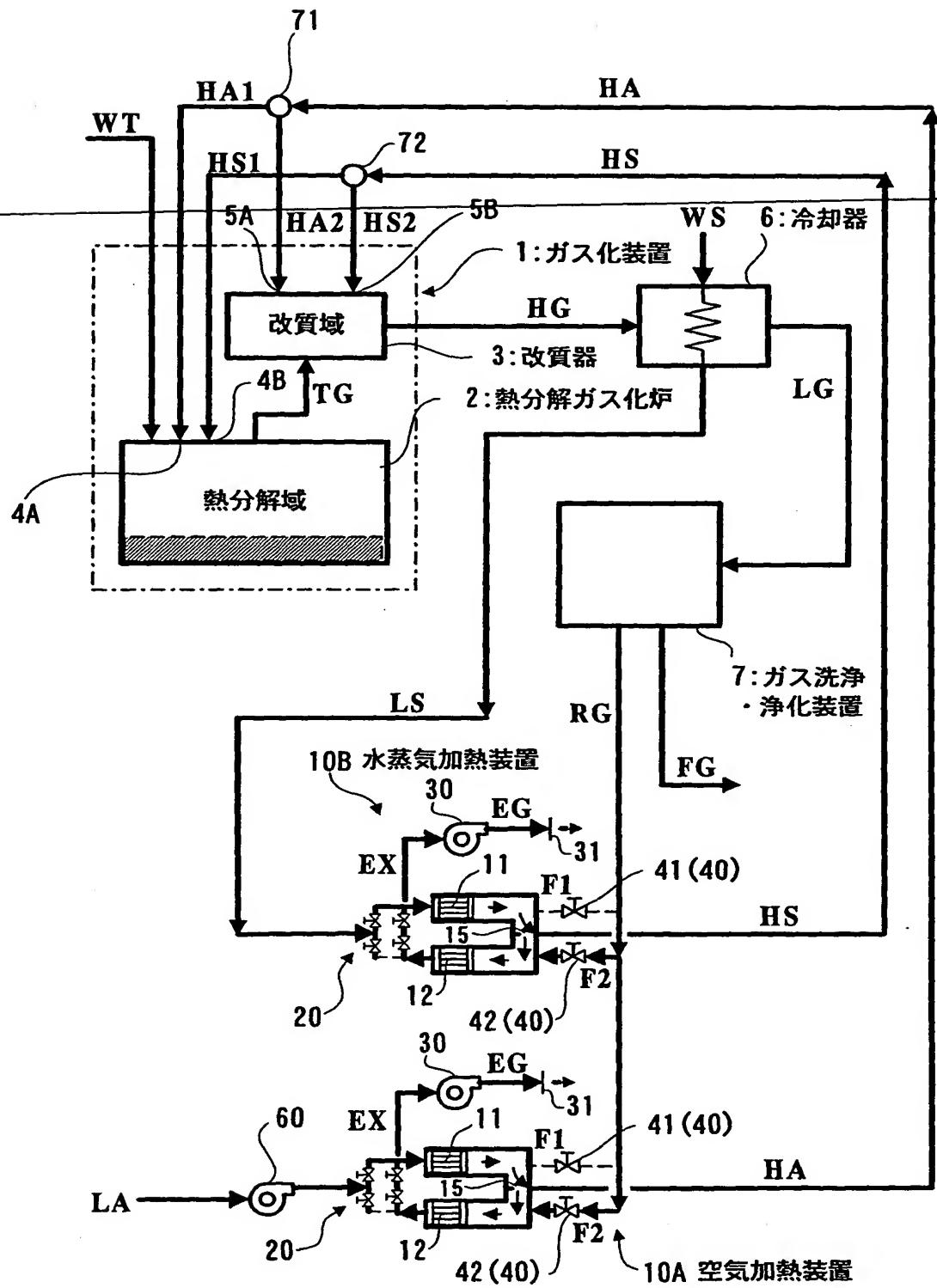
【図6】



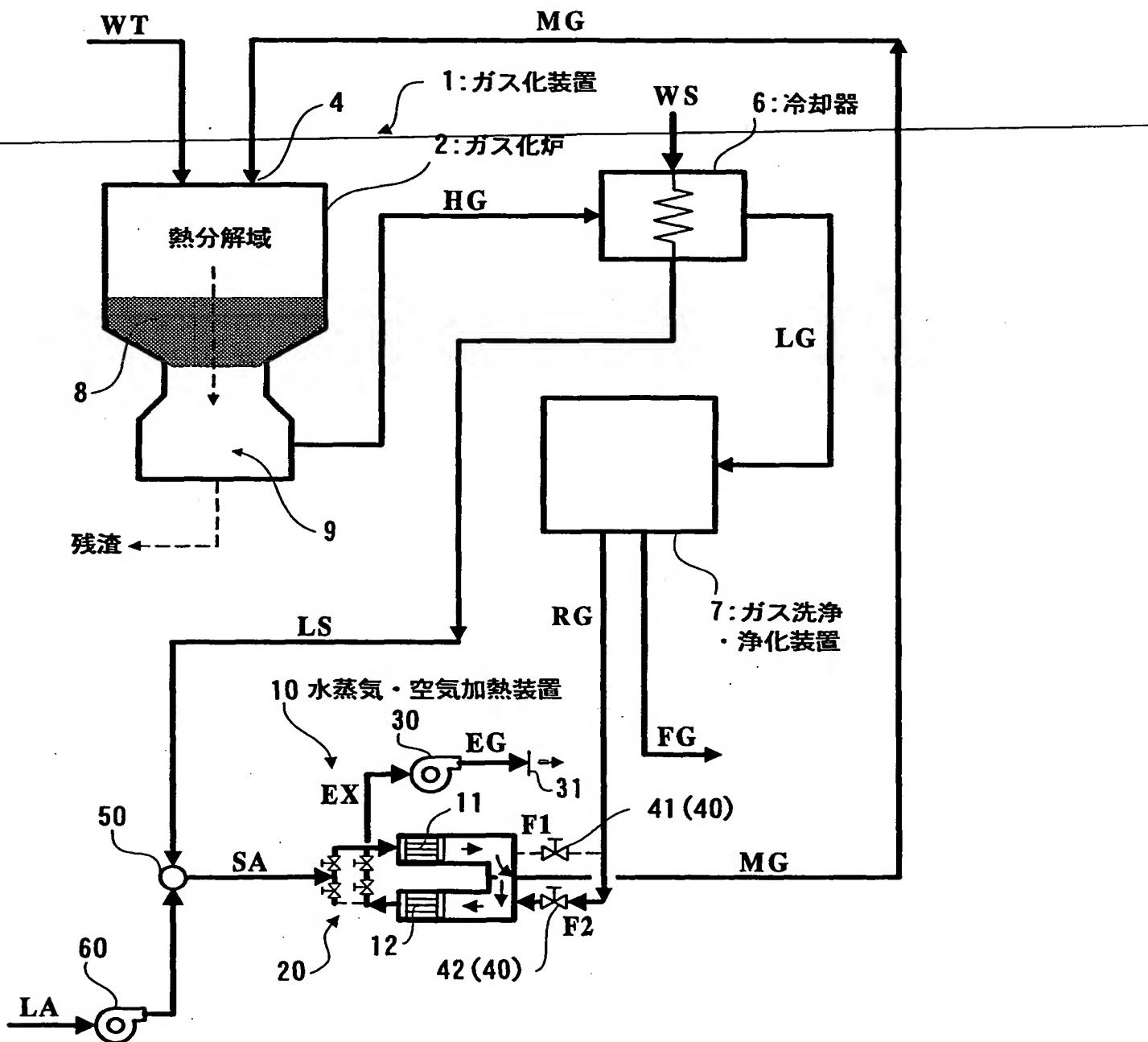
【図7】



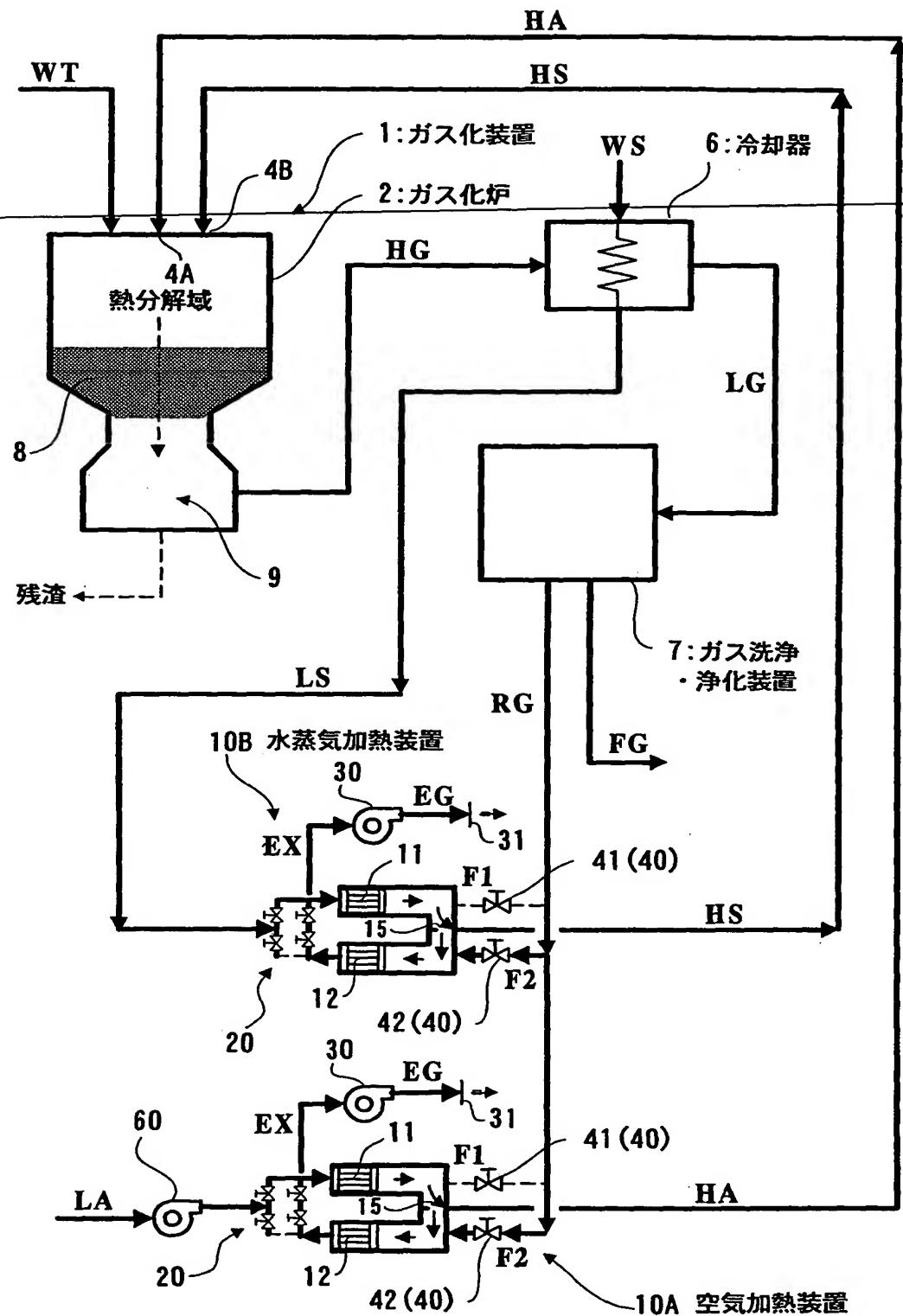
【図8】



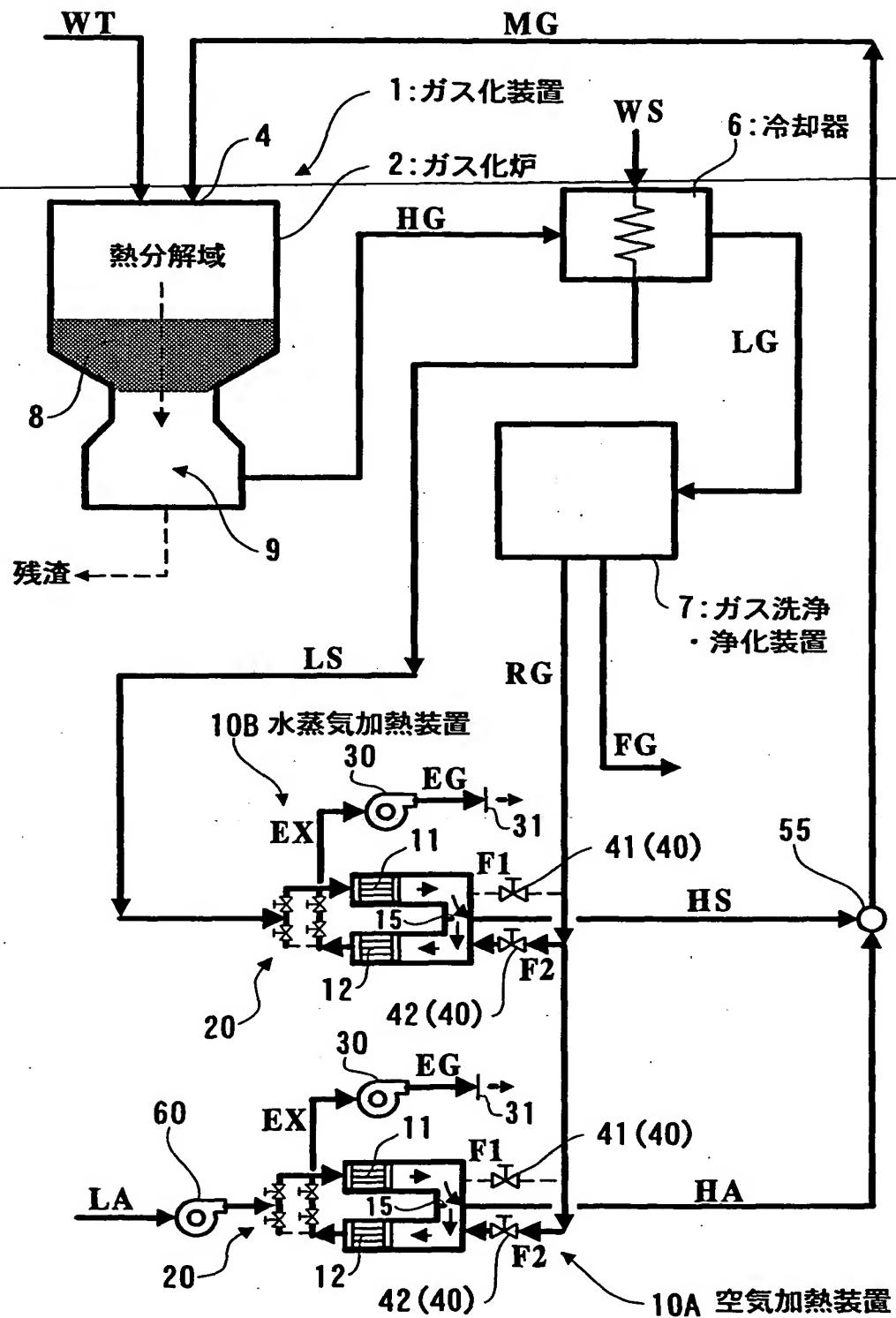
【図9】



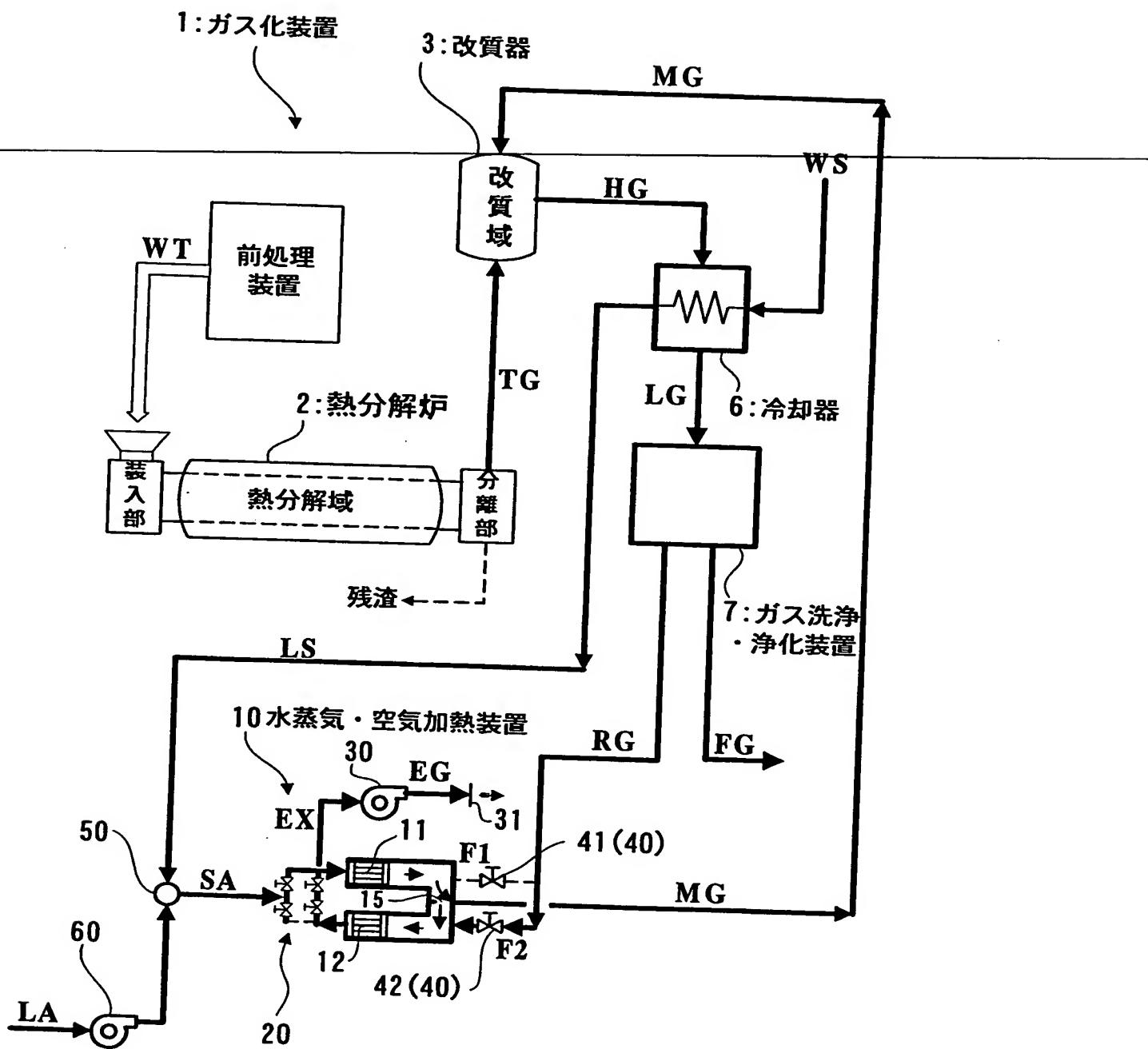
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 ガス化炉又は熱分解炉の熱分解ガスを比較的良質の燃料ガスに改質することができる有形燃料のガス化装置及びガス化方法を提供する。

【解決手段】 ガス化装置1は、有形燃料の熱分解により熱分解ガスを生成可能な熱分解ガス化炉2を備えるとともに、加熱装置10及び供給装置MGを備える。加熱装置は、水又は低温水蒸気と低温空気とを700℃以上の高温水蒸気及び高温空気に加熱し、供給装置は、高温水蒸気及び高温空気を有形燃料の熱分解域及び熱分解ガスの改質域に導入する。高温空気は、熱分解ガスと発熱反応し、高温水蒸気は、熱分解ガス中の炭素化合物と吸熱反応する。適当な比率の高温空気及び高温水蒸気を熱分解域及び改質域に導入することにより、熱分解ガスと高温空気及び高温水蒸気との反応が円滑に進行し、高温空気及び高温水蒸気の相乗効果により比較的良質の高温燃料ガスを生成することができる。

【選択図】 図5

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第266168号
受付番号	59900913162
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成11年 9月22日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成11年 9月20日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [396020800]

1. 変更年月日 1998年 2月24日

[変更理由] 名称変更

住 所 埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏 名 科学技術振興事業団

出願人履歴情報

識別番号 [000229748]

1. 変更年月日 1990年 8月 7日

[変更理由] 新規登録

住所 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号
氏名 日本ファーネス工業株式会社

出願人履歴情報

識別番号 [000217686]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都中央区銀座6丁目15番1号
氏 名 電源開発株式会社

出願人履歴情報

識別番号 [000000099]

1. 変更年月日 1990年 8月 7日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区大手町2丁目2番1号

氏名 石川島播磨重工業株式会社

